

6. kapitola

Projektování



Užitečné informace pro projektování

- › kompletně zpracované podklady pro PE
- › informace přímo od výrobce PE potrubí
- › univerzální specifikace do projektové dokumentace

Obsah

Užitečné informace pro projektování	234
Geometrické rozměry	236
Fyzikální vlastnosti	238
Mechanické vlastnosti	238
Hydraulické výpočty	243
Obecná specifikace	250
Hydraulické tabulky	254
Chemická odolnost PE potrubí	263
Převody vybraných jednotek	269
Zkratky a veličiny	270
Normy a předpisy	271

Projektování

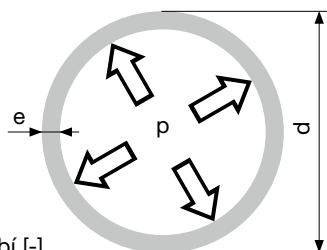
- geometrické rozměry (SDR, nominální tlak PN, vnější a vnitřní průměr, tloušťka stěny, ovalita)
- fyzikální vlastnosti (hustota, délková roztažnost, modul pružnosti, tavný index, maximální síla v tahu)
- mechanické vlastnosti (poloměr ohybu, délka startovací jámy, kruhová tuhost)
- statické posouzení (podmínky uložení, zemní prostředí, zatížení, deformace, ztráta stability)
- hydraulické výpočty (provádění výpočtu, místní ztráty, nomogramy pro vodu i plyn, vodní rázy)
- specifikace a popis produktů do projektové dokumentace
- SW podpora pro projektování
- hydraulické tabulky
- chemická odolnost

Geometrické rozměry

Geometrické rozměry potrubí (především tloušťka stěny) jsou u tlakových systémů navrženy na odolnost potrubí vůči provozovanému vnitřnímu tlaku PN. U systémů gravitačních (netlakových) potrubí jsou geometrické rozměry navrhovány na odolnost vůči vnějšímu zatížení (kruhová tuhost) SN. Vztah vnějšího průměru trubky k tloušťce její stěny je označován zkratkou SDR (Standard Dimension Ratio) a vytváří tak standardní rozměrové řady, které se používají pro navrhované tlaky.

$$SDR = \frac{d}{e}$$

$$p = \frac{MRS}{c} \times \frac{20}{(SDR - 1)}$$



- SDR rozměrová řada potrubí [-],
 d vnější průměr potrubí [mm],
 e tloušťka stěny potrubí [mm],
 p, PN nominální tlak (maximální stálý provozní tlak) [bar],
 MRS maximální požadovaná pevnost v tlaku materiálu potrubí; je určená pro teplotu 20 °C za podmínky, že během takové hodnoty zatížený materiál vydrží minimálně po dobu 100 let; pro polyethylen PE 100 a PE 100 RC, MRS = 10,0 MPa,
 c koeficient bezpečnosti (pro vodovody $c \geq 1,25$, pro plynovody $c \geq 2,0$) [-].

Nominální tlak PN pro potrubí z materiálu PE 100 a PE 100 RC

Médium/bezpečnostní koeficient	SDR 26 (ISO S 12,5)	SDR 17 (ISO S 8)	SDR 17 (ISO S 8)
Voda, kanál / $c = 1,25$	6,3 bar	10,0 bar	16,0 bar
Plyn / $c = 2,0$	4,0 bar	6,3 bar	10,0 bar

Pozn.: Vztah mezi standardní rozměrovou řadou SDR a hodnotou potrubní řady S dle ISO udává rovnice $SDR = 2S + 1$

Příklad

Potrubí z materiálu PE 100 RC o rozměrové řadě SDR 17 má pevnost MRS = 10,0 MPa. Pokud ho použijeme pro tlakový rozvod pitné vody, kde je standardně počítáno s bezpečnostním koeficientem $c = 1,25$, může pracovat po dobu minimálně 100 let bez poškození pod tlakem:

$$p = \frac{10}{1,25} \times \frac{20}{(17 - 1)} = 10 \text{ [bar]}$$

Nominální tlak PN v závislosti na geometrických rozměrech potrubí obsahuje tabulka. Je nutné zohlednit, že nominální tlak

PN je stanoven pro teplotu 20 °C, za předpokladu minimální očekávané životnosti 100 let. Nejpoužívanějšími rozměrovými řadami SDR, které se přednostně navrhují pro tlakové systémy z materiálu PE 100 a PE 100 RC, jsou SDR 11 a SDR 17.

Použití PE trubek k distribuci jiných médií, než je voda nebo plyn o teplotě přesahující 20 °C, může způsobit zkrácení životnosti potrubí. V takové situaci je nutné také zhodnotit změnu hodnoty koeficientu bezpečnosti – pro agresivní média je nutné předpokládat vyšší hodnotu.

Správný návrh spočívá v určení vzájemného poměru geometrických rozměrů trubky, nominálního tlaku, koeficientu bezpečnosti a pevnosti materiálu.

Pokud má být potrubní systém z PE trvale provozován při konstantní teplotě vyšší než 20 °C, až do teploty 40 °C, je možné dle EN 12201 použít koeficient pro redukci tlaku uvedený v tabulce.

Koeficient pro redukci tlaku

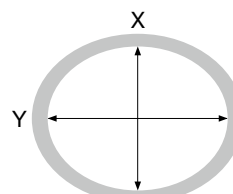
Teplota	Koeficient
20 °C	1
30 °C	0,87
40 °C	0,74

Pozn.: Pro jiné teploty v uvedeném rozmezí je mezi jednotlivými kroky povolena interpolace.

Teoreticky, pokud má provozovaná trubka vhodné geometrické rozměry, pracovní tlak nepřekračuje nominální hodnotu, teploty (často odpovídající teplotě přepravovaného média a teplotě jejího okolí) nepřekračují 20 °C a na trubku nepůsobí faktory urychlující degradaci polymeru (např. chemické sloučeniny, UV záření, atd.), její životnost bude minimálně 100 let. Pokud je pracovní tlak mnohem nižší, než nominální, teplota nižší než 20 °C, pak může být životnost trubky i několik set let. Naopak pokud se konstrukční parametry (např. tloušťka stěny trubky), provozní podmínky (např. pracovní tlak) nebo pevnost materiálu potrubí budou lišit od navrhovaných předpokladů, může dojít i k výraznému snížení očekávané životnosti.

Maximální povolená ovalita PE potrubí dodávaného v tyčích (odchylka kruhovitosti) musí vyhovovat tabulce na následující straně. U potrubí dodávaného v návinu musí být maximální ovalita stanovena dohodou mezi výrobcem a konečným uživatelem. U návinů je ovalita z důvodů skladování zpravidla vyšší než u potrubí v tyčích. Výjimkou nejsou i hodnoty přes 10 %.

Odchylka kruhovitosti v tabulce je uvedena v mm a je stanovena jako rozdíl v průměru potrubí naměřeném ve vodorovném X a svislém Y směru.



Vnitřní průměry a maximální povolená ovalita PE potrubí

Jmenovitý a vnější průměr [mm]	Tloušťka stěny pro SDR 11 [mm]	Vnitřní průměr pro SDR 11 [mm]	Tloušťka stěny pro SDR 17 [mm]	Vnitřní průměr pro SDR 17 [mm]	Maximální odchylka kruhovitosti (ovalita) [mm]
32	3,0	26,0	–	–	1,3
40	3,7	32,6	–	–	1,4
50	4,6	40,8	–	–	1,4
63	5,8	51,4	–	–	1,5
75	6,8	61,4	–	–	1,6
90	8,2	73,6	5,4	79,2	1,8
110	10	90,0	6,6	96,8	2,2
125	11,4	102,2	7,4	110,2	2,5
140	12,7	114,6	8,3	123,4	2,8
160	14,6	130,8	9,5	141,0	3,2
180	16,4	147,2	10,7	158,6	3,6
200	18,2	163,6	11,9	176,2	4,0
225	20,5	184,0	13,4	198,2	4,5
250	22,7	204,6	14,8	220,4	5,0
280	25,4	229,2	16,6	246,8	9,8
315	28,6	257,8	18,7	277,6	11,1
355	32,2	290,6	21,1	312,8	12,5
400	36,3	327,4	23,7	352,6	14,0
450	40,9	368,2	26,7	396,6	15,6
500	45,4	409,2	29,7	440,6	17,5
560	50,8	458,4	33,2	493,6	19,6
630	57,2	515,6	37,4	555,2	22,1
710	64,5	581,0	42,1	625,8	24,9
800	72,6	654,8	47,4	705,2	28,0

Hodnoty ovality potrubí jsou hodnoty pro dodávku na stavbu. Ovalita naměřená po instalaci potrubí do země souvisí především s kvalitou zemních prací a zejména hutnění – viz kapitola Instalace.

Délky potrubí dodávaného v tyčích jsou standardně 6 m nebo 12 m. Do projektů lze po dohodě s výrobcem domluvit větší délky. Délka potrubí dodávaného v návinech je standardně 100 m. Kompletní rozměry potrubí jako vnější jmenovitý průměr, tloušťka stěny, délka potrubí, výška a šířka návínu a váha potrubí jsou uvedeny v kapitole PE potrubí www.wavin.cz



Speciální Jumbo návín pro dopravu velkých délek navinutých přímo z výroby

Fyzikální vlastnosti

Fyzikální vlastnosti potrubí z materiálu PE 100 a PE 100 RC

Střední hustota	0,96 g/cm ³
Délková roztažnost	0,13 mm/mK
Tepelná vodivost	0,38 W/mK
Modul pružnosti	> 1200 N/mm ²
Povrchový odpor	> 10 ¹² W
Skupina tavného indexu	003/008
Maximální přípustné zatížení v tahu	10 N/mm ²

Délková teplotní roztažnost PE potrubí

Plasty mají poměrně vysoký koeficient délkové teplotní roztažnosti, což je nutné zohlednit především během pokládky trubek z PE. V případě dlouhých úseků, složených ze svařovaných PE trubek, se bude celý úsek chovat jako jedna dlouhá trubka. Hodnotu prodloužení lze vypočítat podle vzorce

$$\Delta L = \Delta t \times L \times \alpha$$

ΔL velikost prodloužení/smrštění [m]

Δt T1 – T2 [°C]

T1 stabilní teplota půdy [°C]

T2 teplota trubky při pokládce [°C]

L délka vedení [m]

α koef. lineární tepelné roztažnosti (PE 100 = $1,3 \times 10^{-4}$) [1/°C]

Příklad

Úsek potrubí z PE 100 o délce 500 m, svařovaný nad výkopem v letních dnech, může z důvodu slunečního záření dosahovat teploty 40 °C. Po pokládce do výkopu a zasypání může teplota trubky během noci klesnout na 10 °C. Z těchto údajů lze vypočítat:

$$\Delta L = (10 - 40) \times 500 \times 1,3 \times 10^{-4}$$

$$\Delta L = 1,95 \text{ m}$$

Následující ráno bude tento úsek trubky kratší o 1,95 m.

Vzniklý rozdíl lze vyrovnat pokládkou trubky delší o 1,95 m. Pokud se zde však jedná o podzemní trubku, zemina bude v určitém stupni znehýbnout trubku a skutečná změna délky (smrštění) bude menší. Nejlepším řešením je znehýbnutí vedení na obou koncích. Vzniknou tím sice podélná pnutí, avšak pokud rozdíl teplot činí méně než 70 °C, nedojde k poškození trubky.

Mechanické vlastnosti

Poloměry ohybu PE potrubí

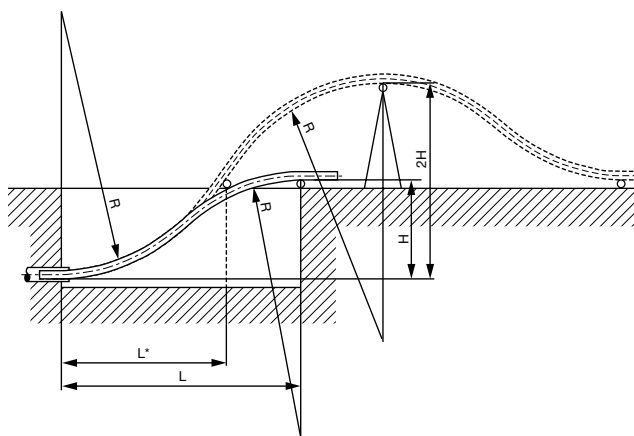
PE potrubí má velkou pružnost a díky tomu se může přizpůsobit tvaru terénu. Ohebnost PE potrubí lze využít během pokládky pro změnu směru trasy a nahradit tak použití oblouků nebo kolen. Povolný minimální poloměr ohybu lze využít také při dopravě a manipulaci potrubí nebo při alternativních (bezvýkopových) způsobech pokládky. Přípustný úhel ohybu závisí na SDR, druhu materiálu a teplotě okolí.

Přípustný úhel ohybu

Minimální poloměr ohybu R

Teplota	SDR 26	SDR 17	SDR 11
0 °C	75 × d	50 × d	50 × d
10 °C	52,5 × d	35 × d	35 × d
20 °C	30 × d	20 × d	20 × d

Přesnější údaj lze určit lineární interpolací hodnot uvedených v tabulce. Z tabulky je také zřejmé, že PE potrubí při nízkých teplotách tuhne, proto se v období, kdy se teplota blíží k bodu mrazu, nedoporučuje používat potrubí v návinech.



$$L = \sqrt{H \times (4 \times R - H)}$$

$$L^* = \sqrt{H \times (2 \times R - H)}$$

Minimální poloměr ohybu R souvisí s výpočtem délky startovací jámy pro bezvýkopové technologie pokládky. Vzhledem k tomu, že se poloměr ohybu R mění s měnící se teplotou, mění se i délka startovací jámy.

Mechanické vlastnosti

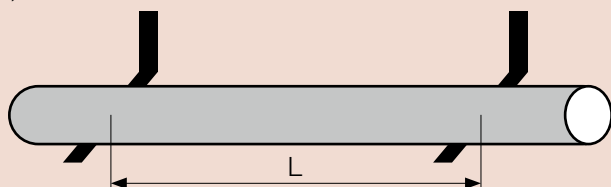
Vzdálenosti podpor PE potrubí

V praxi ne vždy dochází k situacím, kdy musí být potrubí vedeno nad zemí. V takovém případě je nutné navrhnout, v jaké vzdálenosti použít podpory, aby mohlo potrubí spolehlivě pracovat.

Vzdálenost podpor PE potrubí

Průměr potrubí [mm]	Vzdálenost mezi podporami L				
	20 °C [mm]	30 °C [mm]	40 °C [mm]	50 °C [mm]	60 °C [mm]
32	750	750	650	650	550
40	900	850	750	750	650
50	1 050	1 000	900	850	750
63	1 200	1 150	1 050	1 000	900
75	1 350	1 300	1 200	1 100	1 000
90	1 500	1 450	1 350	1 250	1 150
110	1 650	1 600	1 500	1 450	1 300
125	1 750	1 700	1 600	1 550	1 400
140	1 900	1 850	1 750	1 650	1 500
160	2 050	1 950	1 850	1 750	1 600
180	2 150	2 050	1 950	1 850	1 750
200	2 300	2 200	2 100	2 000	1 900
225	2 450	2 350	2 250	2 150	2 050
250	2 600	2 500	2 400	2 300	2 100
280	2 750	2 650	2 550	2 400	2 200
315	2 900	2 800	2 700	2 550	2 350
355	3 100	3 000	2 900	2 750	2 550
400	3 300	3 150	3 050	2 900	2 700

Tabulka udávající vzdálenosti podpor platí pro rozvody vody v potrubí PE 100 a PE 100 RC o rozměrové řadě SDR 17. Pro potrubí SDR 11 se hodnota z tabulky vynásobí koeficientem 1,07. Pro potrubí SDR 26 se hodnota z tabulky vynásobí koeficientem 0,91. V případě, že médium je plyn, který má menší hustotu než voda, se hodnota vynásobí koeficientem f , který je pro SDR 11 – $f = 1,21$, pro SDR 17 – $f = 1,30$ a pro SDR 26 – $f = 1,47$.



Maximální síla v tahu F_{max} PE potrubí

Připustná tahná síla F_{max} v kN
pro potrubí PE 100 a PE 100 RC pro teploty 20 °C (40 °C)

Průměr potrubí [mm]	SDR 17	SDR 11
63	–	10 (7,2)
75	9,5 (6,6)	15 (10)
90	14 (9,5)	21 (15)
110	20 (14)	31 (22)
125	26 (18)	41 (28)
140	33 (23)	51 (36)
160	43 (30)	66 (47)
180	55 (38)	84 (59)
200	67 (47)	104 (73)
225	85 (60)	131 (92)
250	105 (74)	162 (114)
280	132 (92)	204 (142)
315	167 (117)	258 (180)
355	212 (149)	327 (229)
400	269 (189)	415 (291)
450	341 (239)	526 (368)
500	421 (295)	648 (454)
560	528 (370)	814 (570)
630	668 (468)	1 030 (721)
710	849 (594)	1 309 (916)
800	1 077 (754)	–

Maximální síla v tahu pro PE potrubí

Hodnoty maximálních tahových sil v tabulce při 30min zátěži. Pro zatížení > 30 min musí být hodnoty redukovány o 10 %; pro zatížení > 20 h musí být hodnoty zredukovány o 25 %. Tento údaj slouží především realizačním firmám při bezvýkopových technologiích pokládky. V těchto případech musí být také zohledněno dodatečné ohybové namáhání.



Mechanické vlastnosti

Kruhová tuhost PE potrubí

Kruhová tuhost PE potrubí pro gravitační systémy (dle ČSN EN 12666 část 1.)

Kruhová tuhost SN	SDR 26 (ISO S 12,5)	SDR 17 (ISO S 8)	SDR 11 (ISO S 5)
SN [kN/m ²]	4	16	64

Kruhová tuhost PE potrubí pro tlakové systémy (dle ČSN EN 12201 část 2.)

SDR	Potrubní řada	E – modul [MPa]		
		800	1 000	1 200
	S	Počáteční kruhová tuhost (S _{calc}) [kN/m ²]		
41	20	1	1,3	1,6
33	16	2	2,5	3,1
26	12,5	4,3	5,3	6,4
21	10	8,3	10,4	12,5
17	8	16,3	20,3	24,4
13,6	6,3	33,3	41,7	50
11	5	66,7	83,3	100
9	4	130,2	162,8	195,3
7,4	3,2	254,3	317,9	381,5
6	2,5	533,3	668,7	800

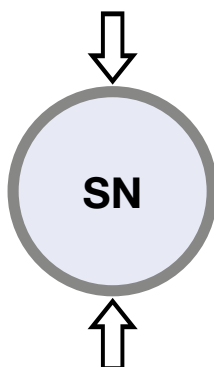
Počáteční (krátkodobá) kruhová tuhost S_{calc} podle tabulky se vypočte pomocí rovnice:

$$p = \frac{E \times I}{(d_n - e_n)^3} = \frac{E}{96S^3}$$

S_{calc} vypočtená počáteční kruhová tuhost [kN/m²]
E modul pružnosti v ohybu (podle EN ISO 178:2003) [MPa]
I moment setrvačnosti [m⁴]

$$\frac{1 \times e_n^3}{12} \text{ 1 m délky}$$

d_n jmenovitý vnější průměr [mm]
S potrubní řada
e_n jmenovitá tloušťka stěny [mm]



Pro pokládku do země se doporučuje, aby PE potrubí mělo minimální kruhovou tuhost S_{calc} > 4 kN/m². V opačném případě by se mělo provést statické posouzení. Statické posouzení by se mělo provádět také v případě zatížení dopravou, větší hloubky uložení, při riziku vyšší hladiny spodní vody, při výskytu složitých geologických podmínek a u pokládky bezvýkopovou technologií nebo u sanace s volným mezikružím.

Statické posouzení PE potrubí

Oficiální statické posouzení musí provést autorizovaný statik. Proto jsme společně s předními odborníky v problematice statiky plastových potrubí zpracovali software, který provádí velice přesný statický výpočet a který je možné využít jako orientační podklad, případně nechat potvrdit autorizovaným statikem. Software vychází z českých norem ČSN EN 1610, ČSN EN 1778, ČSN 73 1001 a z metodiky německé ATV-DVV-KA 127. V programu je možné postupně zadávat:

Způsob pokládky

- ☉ pokládka do otevřeného výkopu
- ☉ bezvýkopová pokládka
(pluhování, frézování, řízené vrtání – HDD)
- ☉ bezvýkopová sanace
(Relining, Swagelining, DynTec, Compact Pipe)
- ☉ bezvýkopová výměna (Berstlining, Hydros)

Potrubí

- ☉ typ potrubí (včetně obrázku a řezu stěnou trubky)
- ☉ různé průměry podle typu potrubí
(v rozmezí od průměru d32 do d800 mm)

Podmínky uložení

- ☉ výška krytí zeminy nad potrubím (v rozmezí od 0,5 do 10 m)
- ☉ hladina podzemní vody nad vrcholem potrubí
- ☉ šířka výkopu (nejmenší šířky rýh, viz následující tabulky)
- ☉ úhel sklonu svahu
- ☉ způsob uložení potrubí a provedení zásypu

Nejmenší šířka rýhy (dle ČSN EN 1610)

DN	Minimální šířka rýhy $b = OD + x$ [mm]		
	pažená rýha	nepažená rýha	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	$b = d_e + 400$	$b = d_e + 400$	
$> 225 \leq 350$	$b = d_e + 500$	$b = d_e + 500$	$b = d_e + 400$
$> 350 \leq 700$	$b = d_e + 700$	$b = d_e + 700$	$b = d_e + 400$
$> 700 \leq 1\,200$	$b = d_e + 850$	$b = d_e + 850$	$b = d_e + 400$

d_e = vnější průměr trubky, β = úhel sklonu stěny nepažené rýhy

Nejmenší šířka rýhy v závislosti na hloubce rýhy (dle ČSN EN 1610)

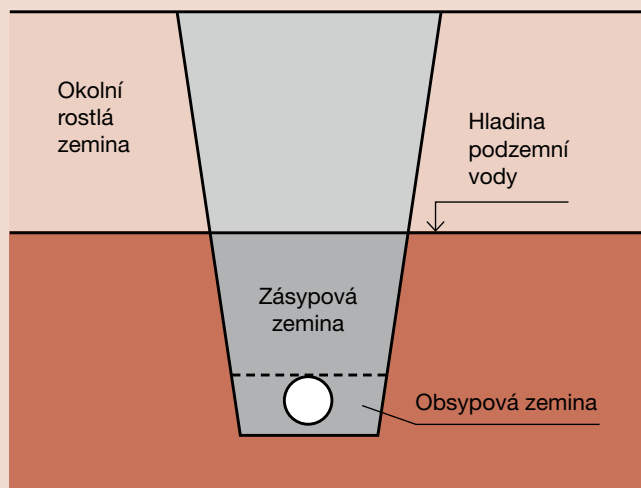
Hloubka rýhy [mm]	Nejmenší šířka rýhy b [mm]
$< 1\,000$	nevyžaduje se
$\geq 1\,000 \leq 1\,750$	800
$\geq 1\,750 \leq 4\,000$	900
$> 4\,000$	1 000

Způsob uložení potrubí a provedení zásypu (dle ATV-DVWK-A 127)

A1B1	Zásyp je hutněn po vrstvách v rostlé zemině nebo v násypu (bez stanovení a prokazování stupně zhutnění). Platí i pro pažení výkopů z fošen (berlínské vyztužení výkopu).
A2B2	Svislé vyztužení výkopu z prken nebo lehkých štětových profilů (do výše profilu 80 mm), které se vytáhnou až po vyplnění zásypu výkopu, nebo pažení výkopu pomocí pažících boxů, které se postupně vytahují, odstraňují při vyplňování zásypu výkopu. Nezhuťňovaná výplň výkopu. (Zaplavování výplně vodou vhodné pouze pro zeminy skupiny G1).
A3B3	Svislé pažení výkopu pomocí štětovic, fošen, deskových pažení a pažících boxů, které se vytahují teprve po provedení zásypu.
A4B4	Zhutňovaná výplň výkopu po vrstvách proti rostlému terénu se stanovením stupně zhutnění. Platí i pro postupně odstraňované pažení nebo pro uložení v násypech. (Způsob nelze použít pro zeminy skupiny G4).

Vlastnosti zemín v závislosti na stupni zhutnění (dle ATV-DVWK-A 127)

Skupina zemín	Měrná tíha	Úhel vnitřního tření	Modul deformace EB v N/mm ² při stupni zhutnění v %					
	γ [kN/m ³]	φ [°]	85 %	90 %	92 %	95 %	97 %	100 %
G1	20	35	2,2	6	9	16	23	40
G2	20	30	1,2	3	4	8	11	20
G3	20	25	0,8	2	3	5	8	13
G4	20	20	0,6	1,5	2	4	6	10



Zemní prostředí

- okolní rostlá zemina (G1 až G4)
- obsypová zemina (G1 až G4)
- zásypová zemina (G1 až G4)
- stupeň zhutnění (Standard Proctor)

Mechanické vlastnosti

Zatřídění zemin do skupin G1 až G4

ATV-DVWK-A 127		Odpovídající zeminy dle ČSN 73 1001		
Skupina	Název	Symbol	Název	Třída
G1	nesoudržné zeminy	GW	štěrk dobře zrněný	G1
		GP	štěrk špatně zrněný	G2
		SW	písek dobře zrněný	S1
		SP	písek špatně zrněný	S2
G2	slabě soudržné zeminy	G-F	štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy	G3
		S-F	písek s příměsí jemnozrnné zeminy	S3
		MG	hlína štěrkovitá	F1
		CG	jíl štěrkovitý	F2
		MS	hlína písčitá	F3
		CS	jíl písčitý	F4
G3	smíšené soudržné zeminy	GM	štěrk hlinitý	G4
		GC	štěrk jílovitý	G5
		SM	písek hlinitý	S4
		SC	písek jílovitý	S5
		ML	hlína s nízkou plasticitou	F5
		MI	hlína se střední plasticitou	F5
G4	soudržné zeminy	CL	jíl s nízkou plasticitou	F6
		CI	jíl se střední plasticitou	F6
		MH	hlína s vysokou plasticitou	F7
		MV	hlína s velmi vysokou plasticitou	F7
		CH	jíl s vysokou plasticitou	F8

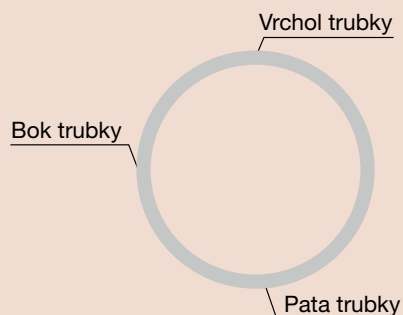
Zatížení

- ▶ zatížení dopravou (DIN) – vozidlo – SLW 60, SLW 30, LKW 12
- ▶ rovnoměrné plošné zatížení

Výpočet vychází z předpokladu, že termoplastová potrubí jsou s ohledem na životnost posuzována na základě tří kritérií. Jedná se o posouzení napětí, deformace a ztráty stability.

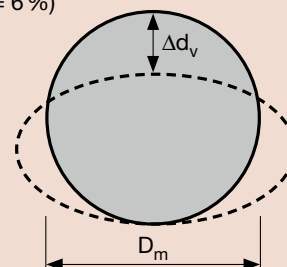
1. Napětí

$$(\sigma \leq \sigma_{dov})$$



2. Deformace

$$(\delta = \Delta d_v / D_m \times 100 [\%] \leq \delta_{dov} = 6 \%)$$



3. Ztráta stability

$$(\lambda_{krit} \leq \lambda_{dov} = 2)$$

V posouzení se uvažuje lokální geometrická imperfekce ($\delta + 1 \%$). Výstupem programu je pak protokol, který může být v základní nebo rozšířené verzi. Program najdete volně ke stažení na stránkách www.wavin.cz v části projektová podpora.

Hydraulické výpočty

Při navrhování tlakových rozvodů je potřeba stanovit hodnoty průtoku Q [l/s], průměru potrubí d [mm] a rychlosti v [m/s], tak abychom na úseku z místa A do místa B, co nejpřesněji stanovili pokles tlaku I [‰]. Při proudění v potrubí dochází k poklesu tlaku vlivem tření po délce a také místní ztrátou tlaku například u tvarovek, vtoků, ventilů, atd.

Pro hydraulické výpočty se PE potrubí označuje jako hydraulicky hladké a dle různých autorů se můžeme setkat s hodnotou absolutní drsnosti od $k = 0,001$ až po $k = 0,007$. U plastových potrubí nedochází vlivem stárnutí k takovému nárůstu drsnosti jako u potrubí z litiny nebo oceli. Pro staré již používané PE potrubí můžeme počítat s drsností $k = 0,010$, což je v porovnání s výpočtovou hodnotou $k = 0,007$ minimální rozdíl.

Režim proudění v potrubí dělíme na tři základní oblasti podle velikosti Reynoldsova čísla. Jedná se o oblast laminárního, přechodného a turbulentního proudění. Samotné výpočty se mohou provádět podle několika autorů v závislosti na typu proudění. Výpočty jsou však i po úpravě vztahů velmi zdoluhavé. To vedlo k vypracování nomogramů a tabulek, které umožňují snadný a rychlý výpočet.

V dnešní počítačové době se můžeme setkat také s řadou méně i více složitých programů pro hydraulický výpočet. Na stránkách www.wavin.cz najdete jednoduchý výpočet využívající prostředí Excelu. Tento program pracuje podle vzorečků od autorů Prandtl Colebrook a umožňuje počítat hydrauliku tlakových potrubí i potrubí s prouděním netlakovým o volné hladině.

Tabulky jsou vypočítány pro kinematickou viskozitu vody a pro absolutní drsnost $k = 0,007$. Tabulky lze použít i pro výpočty tekutiny s jinou kinematickou viskozitou, nicméně by se hodnoty museli přepočítat. Prakticky tabulky udávají závislost proměnných Q [l/s], d [mm], v [m/s] a I [‰]. Poté lze pro kterékoliv dvě z veličin Q , d , v a I vyhledat zbývající dvě veličiny. Je-li zadáno Q , jehož hodnota není v tabulce přímo uvedena lze použít interpolaci mezi nejbližšími hodnotami.

Hydraulické tabulky pro PE 100 a PE 100 RC potrubí SDR 11 a SDR 17 najdete mezi přílohami tohoto katalogu.

Místní tlakové ztráty

U typových projektů lze hodnoty místních tlakových ztrát zanedbat a přičíst 2–5 % k vypočteným hodnotám ztrát po délce potrubí. V případě, že místní tlakové ztráty musí být zohledněny, je nutné aplikovat následující vzorec:

$$\Delta H = \zeta \times \frac{v^2}{2g}$$

ΔH tlaková ztráta [m]

ζ koeficient místní tlakové ztráty

v rychlost průtoku [m/s]

g gravitační zrychlení [$g = 9,81 \text{ m/s}^2$]

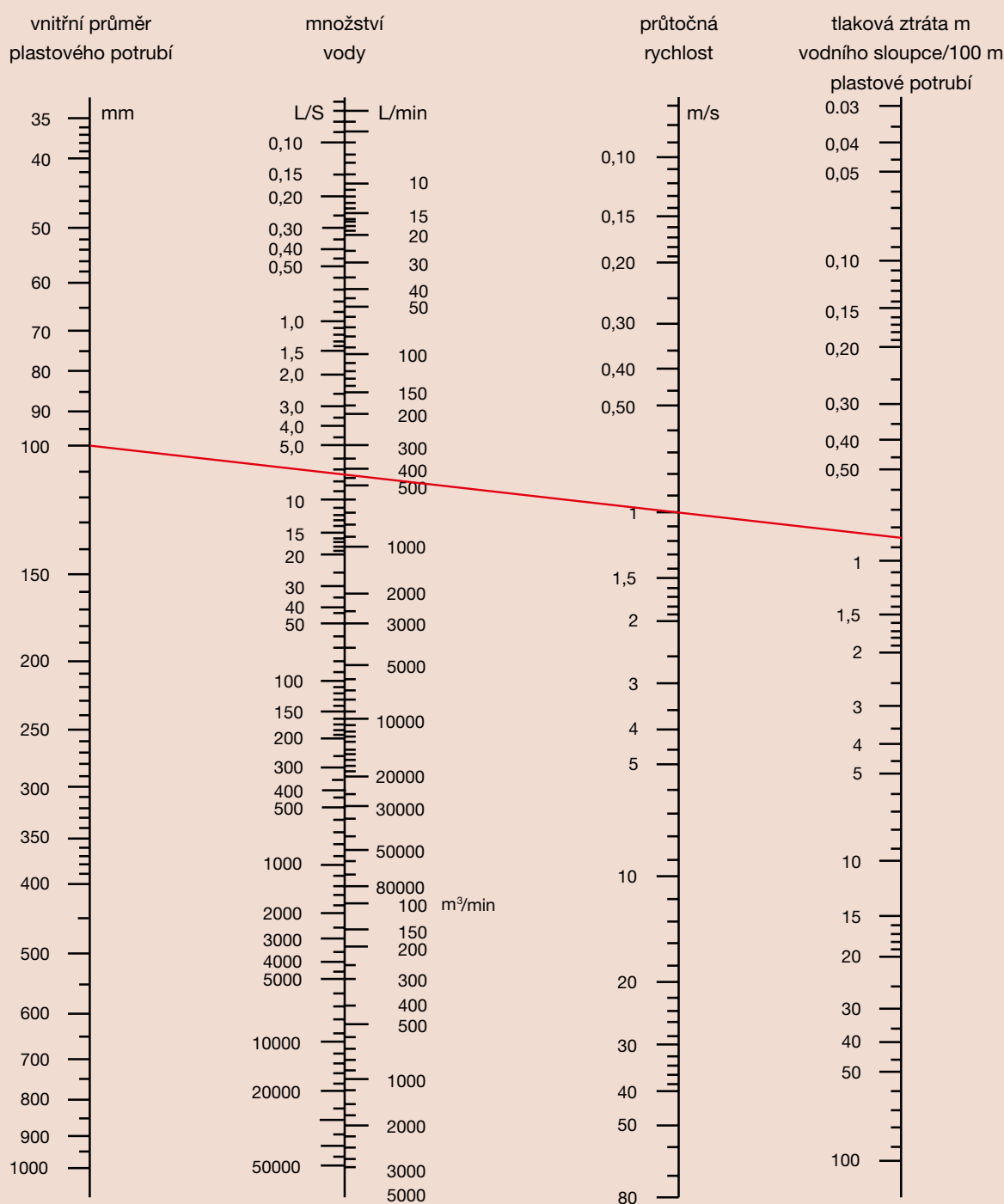
Místní tlaková ztráta ζ pro PE tvarovky Georg Fischer Wavin

Průměr potrubí	Místní tlaková ztráta ζ	
	Poloměr ohybu R	hodnota ζ
Oblouk 90°	1,0 × d	0,51
	1,5 × d	0,41
	2,0 × d	0,34
	4,0 × d	0,23
Oblouk 45°	Poloměr ohybu R	hodnota ζ
	1,0 × d	0,34
	1,5 × d	0,27
	2,0 × d	0,20
	4,0 × d	0,15
Koleno 90°	1,2	
Koleno 45°	0,3	
T-kus 90°	1,3	
Redukce (zúžení)	0,5	
Redukce (rozšíření)	1,0	
Spoje potrubí • příruby • šroubení • svar na tupo • svar elektro	Průměr potrubí	hodnota ζ
	d20	1,0
	d25	0,9
	d32	0,8
	d40	0,7
	d50	0,6
	d63	0,4
	d75	0,3
	d90	0,1
	d > 90	0,1

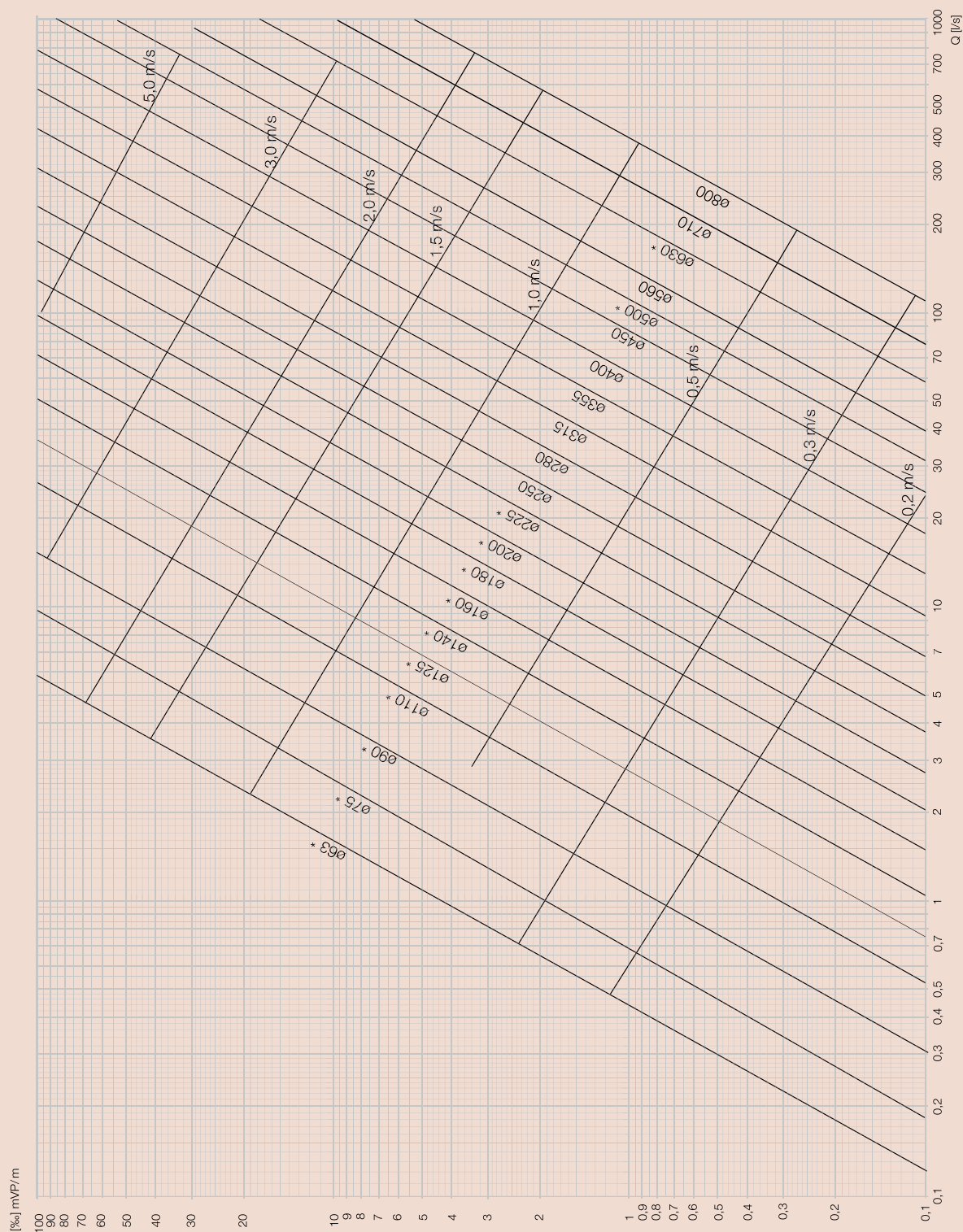
Hydraulické výpočty

Nomogram PE 100 a PE 100 RC potrubí pro rozvody vody s odečtem ztráty v metrech

Nomogram slouží pro grafický odečet hodnot hydraulického výpočtu. Nomogram dole je určený pro rozvody vody a počítá s drsností $k = 0,007$. Červená přímka ukazuje vztah mezi hodnotami vnitřního průměru, průtoku, rychlosti a tlakovou ztrátou.

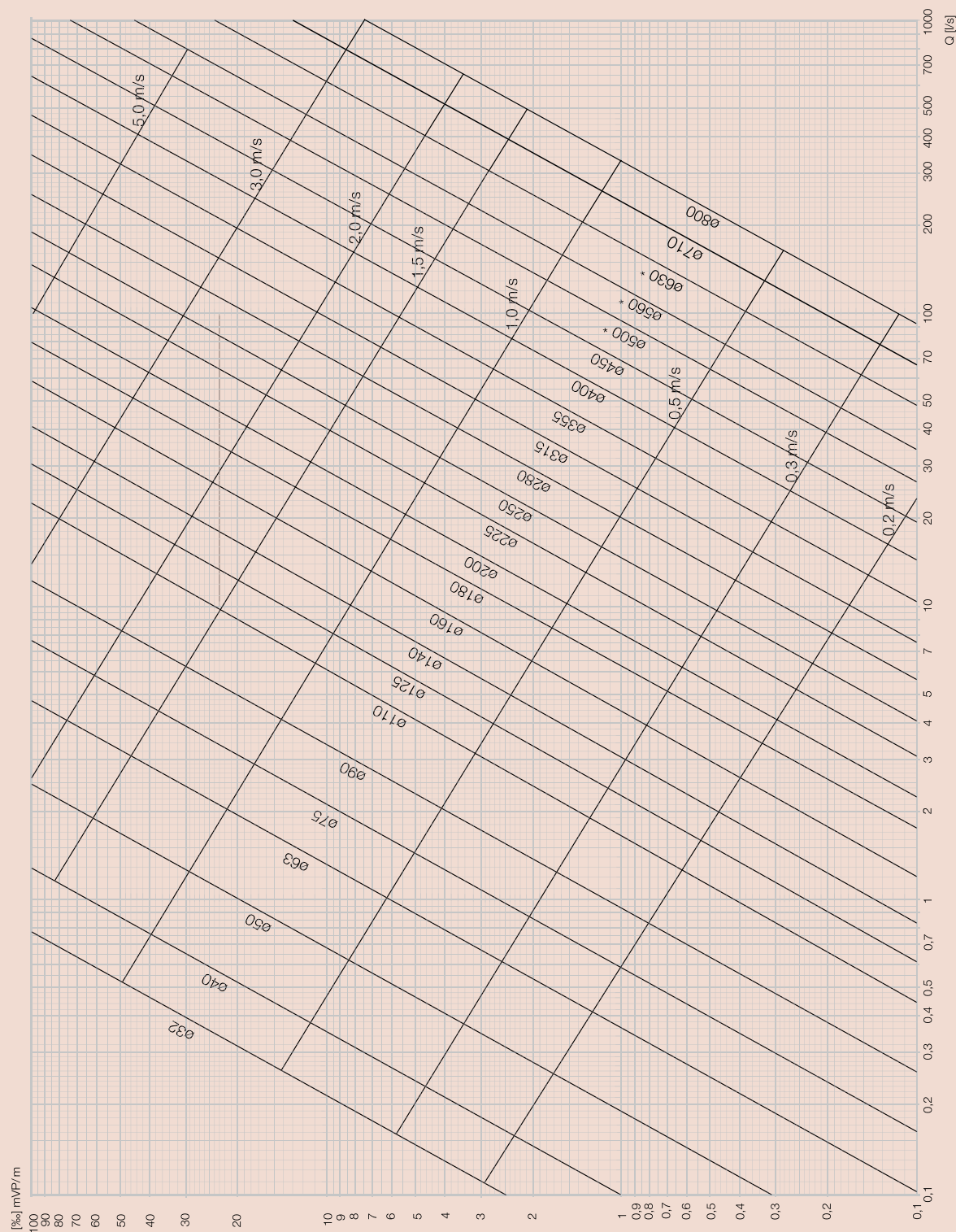


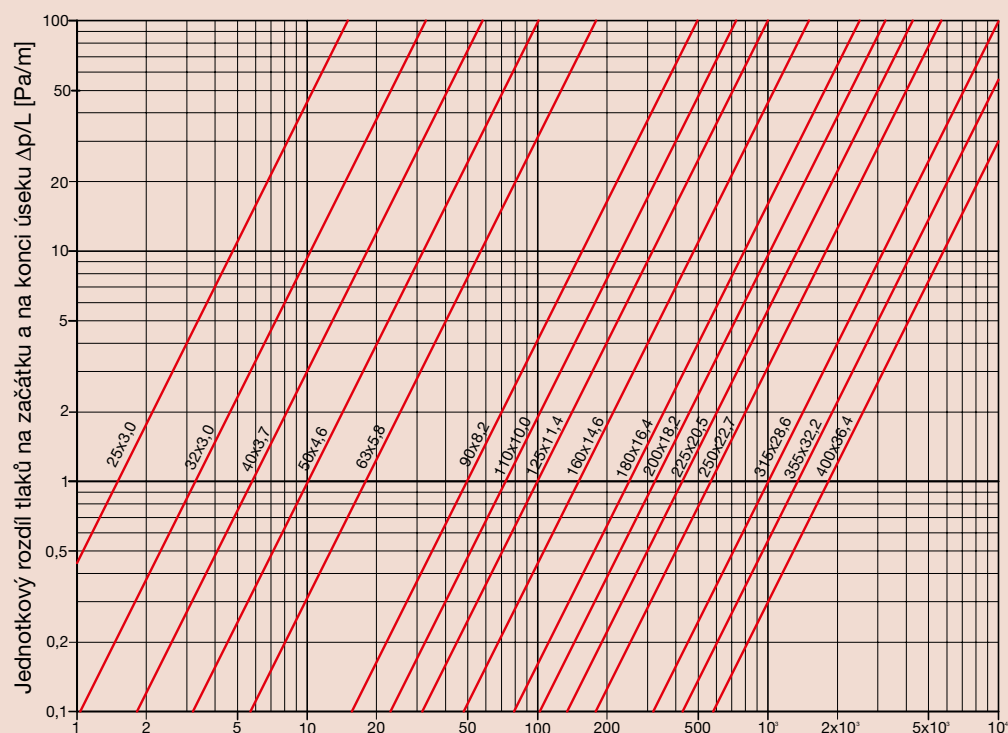
Nomogram PE 100 a PE 100 RC potrubí SDR 17 pro rozvody vody s odečtem ztráty v ‰



Hydraulické výpočty

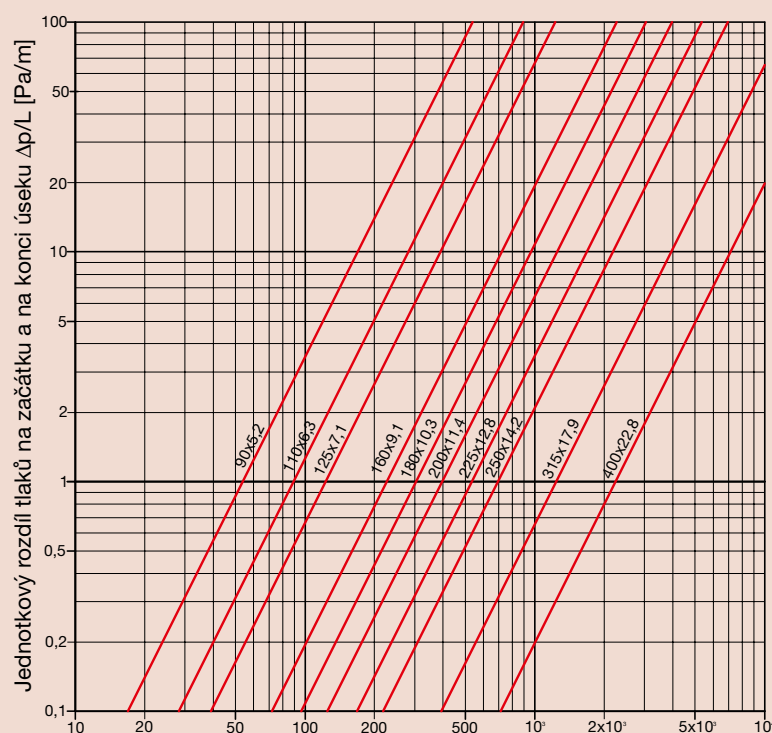
Nomogram PE 100 a PE 100 RC potrubí SDR 11 pro rozvody vody s odečtem ztráty v ‰





Nomogram PE 100 a PE 100 RC potrubí SDR 11 pro nízké tlaky plynu

Objemová kapacita průtoku plynu V [m³/h]

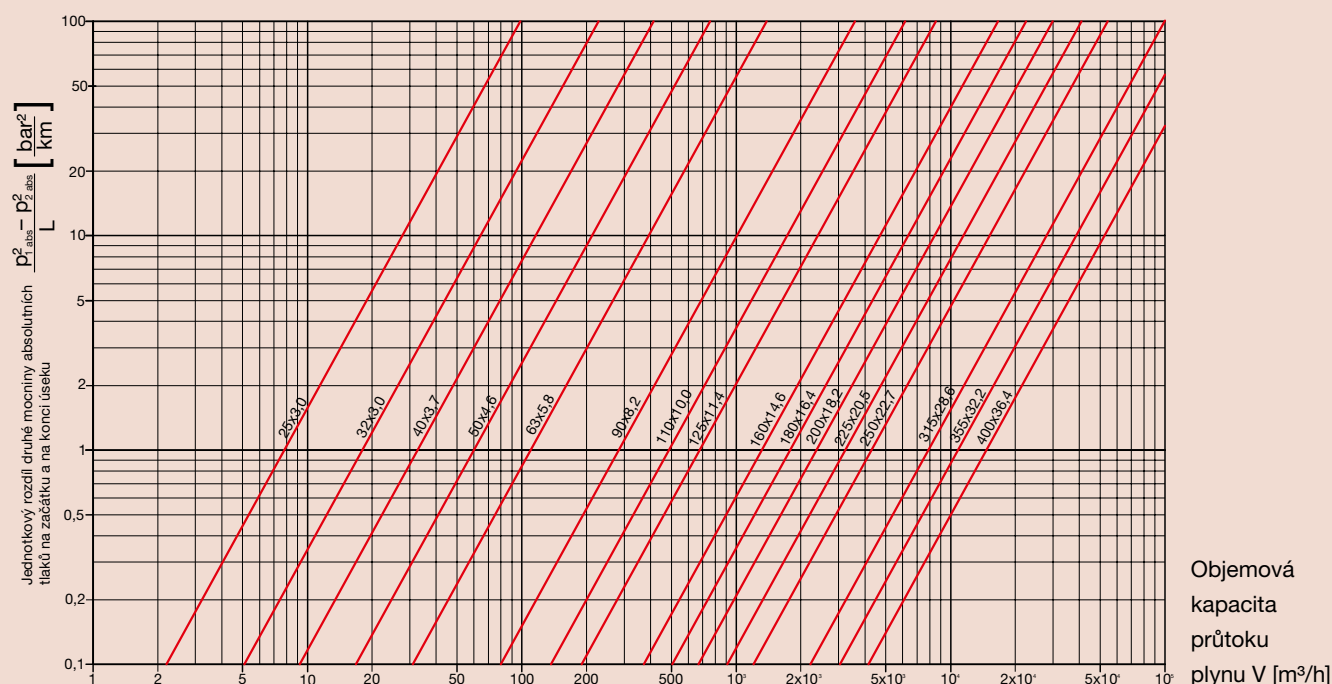


Nomogram PE 100 a PE 100 RC potrubí SDR 17 (SDR 17,6) pro nízké tlaky plynu

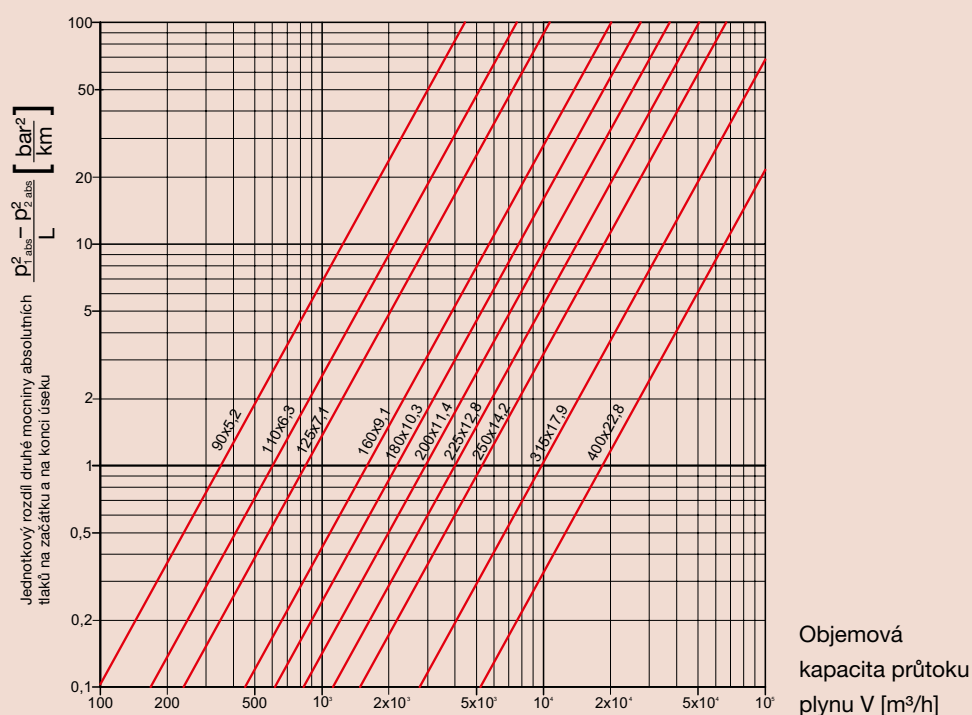
Objemová kapacita průtoku plynu V [m³/h]

Hydraulické výpočty

Nomogram PE 100 a PE 100 RC potrubí SDR 11 pro střední a vyšší tlaky plynu



Nomogram PE 100 a PE 100 RC potrubí SDR 17 (SDR 17,6) pro střední a vyšší tlaky plynu



Vodní rázy

Objem vody přepravované systémem se během času mění, což způsobuje vznik tlakových vln. Taková změna může způsobit tak velké výkyvy tlaku, že vznikne vodní ráz, jehož síla může převyšovat přípustnou odolnost potrubí. V systémech s čerpadly se mohou kritické změny v hladině proudu vody vyskytovat například v případě havárie elektrického napájení čerpadel, náhlé blokace, rychlého uzavření ventilů. Pokud k tomu dojde v jednom konci dlouhé trasy, pak se tlaková vlna odrazí od druhého konce a při návratu do bodu svého vzniku může způsobit zničení potrubí. Především pokud je tento konec zcela uzavřen a zvýšený tlak nenachází únik. Riziko vodních rázů může způsobit nutnost instalace zařízení minimalizujícího jejich vznik, často také vyžaduje speciální obsluhu instalace. V tomto rozsahu existuje rozsáhlá literatura. Komplexní informace jsou prezentovány ve výpočtových metodách, ale jsou komplikované a časově náročné. Avšak díky počítačovým programům lze vyřešit i ty nejkomplikovanější případy. Tyto programy obsahují informace o charakteristice čerpadel, velikosti tlaku, momentu otáček, zavírání ventilů, atd. Ve výsledku lze tedy vypočítat např. výkyvy tlaku, změny rychlosti průtoku, frekvence vibrací, vzduchový objem ventilů a změny tlaku podél trasy vodovodu ve funkci času. Rychlé naplnění tlakového potrubí a výkyvy mezi masami vzduchu, který potrubí vyplňuje, mohou také způsobit rychlý nárůst tlaku. Proto by měla být potrubí projektována tak, aby byl zajištěn únik tlaku tam, kde je to nezbytné, a udržena pomalá rychlost plnění. Rychlost tlakové vlny závisí na materiálu trubky, tloušťce stěny a druhu přepravovaného média:

$$a = \sqrt{\frac{1}{\frac{B \times \rho}{1 + \frac{SDR - 2}{B \times E}}}}$$

- a rychlost šíření tlakové vlny [m/s]
B koeficient stlačitelnosti přepravované kapaliny
(pro vodu o tepl. 10 °C je $B = 487,8 \times 10^{-12}$ [Pa-1])
ρ hustota kapaliny (pro vodu: $\rho = 1\,000$ [kg/m³])
E Youngův modul pro materiál trubky
(PE 100 a PE 100 RC = 1 200)
SDR poměr vnějšího průměru k tloušťce stěny

Maximální rychlosti tlakových vln u PE potrubí pro vodovody a kanalizace

SDR	PN	a [m/s]
11	16	321
17	10	261
26	6	212

Nárůst tlaku, vyvolaný vodním rázem, lze vypočítat podle vzorce:

$$\Delta H = \frac{a \times \Delta v}{g}$$

- ΔH amplituda změn tlaku vyvolaného vodním rázem
[m vodního sloupce]
a rychlost šíření tlakové vlny [m/s]
Δv změna rychlosti kapaliny [m/s]
g gravitační zrychlení [g = 9,81 m/s²]

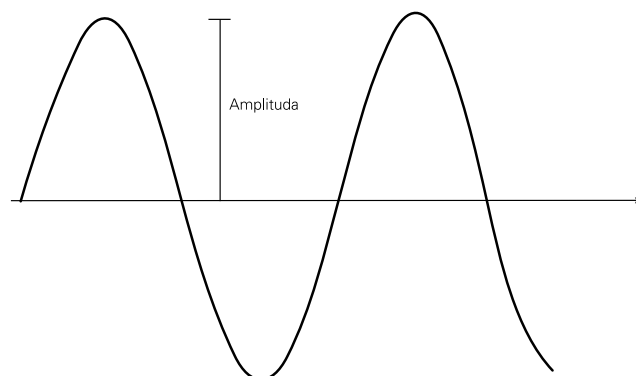
Všechny známé materiály vykazují únavu pod vlivem působení dynamických sil. Stupeň únavy materiálu je jeho individuální vlastností. Výskyt vodních rázů způsobuje zkrácení doby provozu PE potrubí. Velikost této redukce závisí na charakteristice působících sil, tzn. na:

- době trvání nárůstu tlaku,
- maximální hodnotě nárůstu tlaku ve srovnání s úrovní průměrného statického tlaku,
- době mezi dalšími nárůsty tlaku (frekvenci) atd.

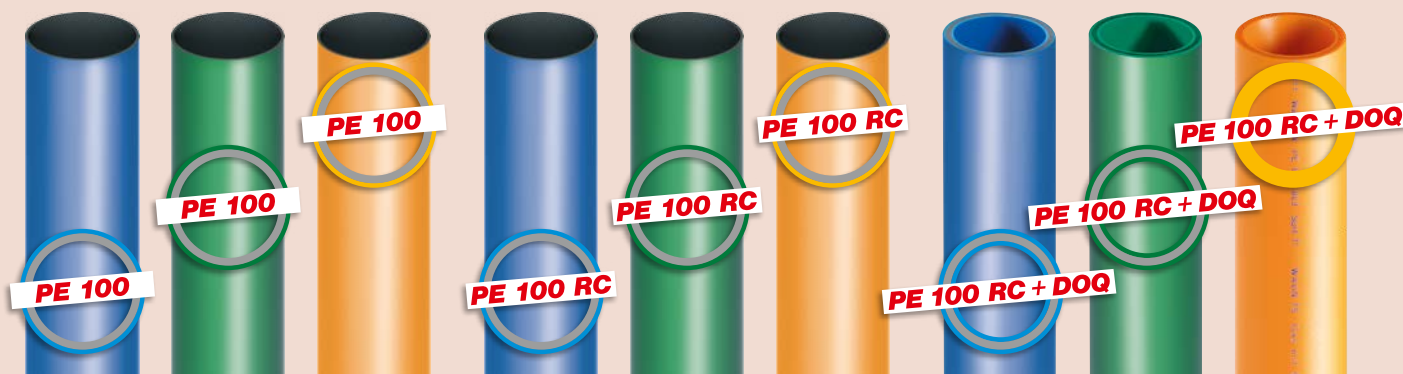
Přípustné jsou následující hodnoty nárůstu tlaku ve vodovodním vedení:

- Pokud nárůst tlaku vzniká krátkodobě a sporadicky (tlaková zkouška, poškození napájení, atd.), přípustný maximální tlak může převyšovat nominální tlak o 50 %.
- Pokud nárůst tlaku vzniká cyklicky (minimálně 106 krát během 50 let), maximální přípustný tlak může převyšovat nominální tlak až o 25 %, ale amplituda tlaku nesmí překračovat nominální tlak o více jak 30 % (viz graf níže).

Grafické znázornění cyklické amplitudy tlaku v potrubí



Obecná specifikace



PE 100 Dvouvrstvé (PE 100)

Specifikace krátká do výkresu nebo výkazu výměr

Dvouvrstvé potrubí PE 100 (double layer DL), s vnější 10% barevně odlišenou vrstvou pro snadnou vizuální kontrolu poškození. Potrubí PE 100DL se signa-
lizační vrstvou.

Podrobná specifikace do technické zprávy

Koextrudované dvouvrstvé potrubí PE 100. Vnější vrstva potrubí o tloušťce 10% je barevně odlišená a umožňuje vizuální kontrolu poškození. Svařování bude provedeno svařčským perso-
nálem s platným osvědčením odborné způsobilosti dle ČSN EN nebo TPG, TNV. Pravidla svařování neuvedená v národních normách budou v souladu s DVS 2207.

SafeTech RC (PE 100 RC)

Specifikace krátká do výkresu nebo výkazu výměr

Dvouvrstvé potrubí PE 100 RC, certifikované dle PAS 1075 (typ 2), s vnější 10% barevně odlišenou vrstvou pro snadnou vizuální kontrolu poškození. Potrubí PE 100 RC se signa-
lizační vrstvou.

Podrobná specifikace do technické zprávy

Koextrudované dvouvrstvé potrubí PE 100 RC certifikované dle technického předpisu PAS 1075 (typ 2). Vnější vrstva potrubí o tloušťce 10% je barevně odlišená a umožňuje vizuální kontrolu poškození. Změny směru trasy budou řešeny univerzálními oblouky z materiálu PE 100 RC, které nejsou segmentově svařované. Svařování bude provedeno svařčským perso-
nálem s platným osvědčením odborné způsobilosti dle ČSN EN nebo TPG, TNV. Pravidla svařování neuvedená v národních normách budou v souladu s DVS 2207.

Wavin TS (PE 100 RC + DOQ)

Specifikace krátká do výkresu nebo výkazu výměr

Třívrstvé potrubí PE 100 RC certifikované dle PAS 1075 (typ 2). Potrubí PE 100 RC s rodným listem DOQ.

Podrobná specifikace do technické zprávy

Koextrudované třívrstvé potrubí PE 100 RC certifikované dle technického předpisu PAS 1075 (typ 2). Permanentní průběžná kontrola kvality potrubí (prokazující splnění požadavku testu FNCT na úroveň min. 8 760 hodin při 80 °C) je dokladována ke každé dodávce potrubí a ke každé použité šarži granulátu v inspekčním certifikátu 3.1. Změny směru trasy budou řešeny univerzálními oblouky z materiálu PE 100 RC, které nejsou segmentově svařované. Potrubí do průměru d75 včetně může být vyrobeno jako jednovrstvé. Svařování bude provedeno svařčským perso-
nálem s platným osvědčením odborné způsobilosti dle ČSN EN nebo TPG, TNV. Pravidla svařování neuvedená v národních normách budou v souladu s DVS 2207.



Compact Pipe (PE 100 RC)

Specifikace krátká do výkresu nebo výkazu výměr

PE 100 RC potrubí certifikované dle PAS 1075 předdeformováno z výroby do tvaru písmene C, po instalaci těsně přilehne ke stávajícímu potrubí z vnitřní strany (close-fit). Compact Pipe pro sanace vodovodních potrubí.

Podrobná specifikace do technické zprávy

PE 100 RC potrubí předdeformováno z výroby do tvaru písmene C, po instalaci těsně přilehne ke stávajícímu potrubí z vnitřní strany (close-fit). Potrubí je certifikované dle PAS 1075 a vyhovuje normě ČSN EN 14409 – 3 a ČSN EN ISO 11298 – 3. Použitý materiál modré barvy je certifikovaný dle PAS 1075 a vyhovuje normě ČSN EN 12201. Spoje a ostatní armatury budou řešeny svařováním elektrotvarovek. Instalaci potrubí může provádět pouze proškolená firma s předepsaným vybavením, která se prokáže certifikátem o udělení licence k technologii.



Compact Pipe (PE 100)

Specifikace krátká do výkresu nebo výkazu výměr

PE 100 potrubí předdeformováno z výroby do tvaru písmene C, po instalaci těsně přilehne ke stávajícímu potrubí z vnitřní strany (close-fit). Compact Pipe pro sanace kanalizačních potrubí.

Podrobná specifikace do technické zprávy

PE 100 potrubí předdeformováno z výroby do tvaru písmene C, po instalaci těsně přilehne ke stávajícímu potrubí z vnitřní strany (close-fit). Potrubí a materiál zelené barvy vyhovují normám ČSN EN 13566 a ČSN EN ISO 11296. Spoje a ostatní armatury budou řešeny svařováním elektrotvarovek. Instalaci potrubí může provádět pouze proškolená firma s předepsaným vybavením, která se prokáže certifikátem o udělení licence k technologii.



Compact Pipe (PE 100 RC)

Specifikace krátká do výkresu nebo výkazu výměr

PE 100 RC potrubí certifikované dle PAS 1075 předdeformováno z výroby do tvaru písmene C, po instalaci těsně přilehne ke stávajícímu potrubí z vnitřní strany (close-fit). Compact Pipe pro sanace plynovodních potrubí.

Podrobná specifikace do technické zprávy

PE 100 RC potrubí předdeformováno z výroby do tvaru písmene C, po instalaci těsně přilehne ke stávajícímu potrubí z vnitřní strany (close-fit). Potrubí je certifikované dle PAS 1075 a vyhovuje normě ČSN EN 14408 – 3. Použitý materiál oranžovo-žluté barvy je certifikovaný dle PAS 1075 a vyhovuje normě ČSN EN 1555. Spoje a ostatní armatury budou řešeny svařováním elektrotvarovek. Instalaci potrubí může provádět pouze proškolená firma s předepsaným vybavením, která se prokáže certifikátem o udělení licence k technologii.



Compact Pipe (PE 80 RT)

Specifikace krátká do výkresu nebo výkazu výměr

PE 80 RT potrubí předdeformováno z výroby do tvaru písmene C, po instalaci těsně přilehne ke stávajícímu potrubí z vnitřní strany (close-fit). Compact Pipe pro sanace kanalizačních a průmyslových rozvodů.

Podrobná specifikace do technické zprávy

PE 80 RT potrubí se zvýšenou odolností proti vyšším teplotám je předdeformováno z výroby do tvaru písmene C, po instalaci těsně přilehne ke stávajícímu potrubí z vnitřní strany (close-fit). Potrubí a materiál bílé barvy vyhovují normám ČSN EN 13566 a ČSN EN ISO 11296. Spoje a ostatní armatury budou řešeny svařováním elektrotvarovek. Instalaci potrubí může provádět pouze proškolená firma s předepsaným vybavením, která se prokáže certifikátem o udělení licence k technologii.

Obecná specifikace



Elektrotvarovky (PE 100)

Specifikace krátká do výkresu nebo výkazu výměr

Elektrotvarovky z materiálu PE 100 s krytým odporovým drátem.

Podrobná specifikace do technické zprávy

Elektrotvarovky z materiálu PE 100 černé barvy vyrobené vstřikováním jsou v souladu s ČSN EN 1555 a 12201. Elektrotvarovky mají krytý odporový drát a limitované indikátory pro bezpečné provedení svaru. Jsou vybaveny čárovým kódem pro načítání dat do automatické svářečky. Svařování bude provedeno svářečským personálem s platným osvědčením odborné způsobilosti dle ČSN EN nebo TPG, TNV. Pravidla svařování neuvedená v národních normách budou v souladu s DVS 2207.



Tvarovky na tupo (PE 100)

Specifikace krátká do výkresu nebo výkazu výměr

Tvarovky na tupo z materiálu PE 100 vyrobené vstřikováním.

Podrobná specifikace do technické zprávy

Tvarovky na tupo z materiálu PE 100 černé barvy vyrobené vstřikováním jsou v souladu s ČSN EN 1555 a 12201. Tvarovky jsou v dlouhém provedení umožňující kombinaci s elektrotvarovkami. Změny směru trasy budou řešeny koleny nebo oblouky, které nejsou segmentově svařované a vyrábí se vstřikováním nebo ohýbáním. Svařování bude provedeno svářečským personálem s platným osvědčením odborné způsobilosti dle ČSN EN nebo TPG, TNV. Pravidla svařování neuvedená v národních normách budou v souladu s DVS 2207.



Oblouky na tupo (PE 100 RC)

Specifikace krátká do výkresu nebo výkazu výměr

Oblouky z materiálu PE 100 RC vyrobené ohýbáním.

Podrobná specifikace do technické zprávy

Oblouky z materiálu PE 100 RC černé barvy vyrobené ohýbáním. Jsou v souladu s ČSN EN 1555 a 12201 a jsou určeny pro změnu směru trasy. Svařování bude provedeno svářečským personálem s platným osvědčením odborné způsobilosti dle ČSN EN nebo TPG, TNV. Pravidla svařování neuvedená v národních normách budou v souladu s DVS 2207.



Kanalizace PRO-TV (PE-HD)

Specifikace krátká do výkresu nebo výkazu výměr

Svařovaná gravitační kanalizace z PE-HD, s vnitřní světlou vrstvou pro snadnou TV inspekci.

Podrobná specifikace do technické zprávy

Svařovaná gravitační kanalizace z PE-HD je systém vytvořený z koextrudovaného dvouvrstvé potrubí a tvarovek na tupo z PE-HD s vnitřní světlou vrstvou a z šachet o průměru 1000 mm z PE-HD s šachtovým dnem se světlou vnitřní kynetou. Šachtové dno i tvarovky jsou opatřeny dostatečně dlouhými PE konci, které umožňují celý systém svařovat pomocí elektrotvarovek. Potrubí i tvarovky splňují požadavky normy ČSN EN 12666, podle které mají minimální kruhovou tuhost SN16. Vysazení přípojek se provádí pomocí sedlových elektrotvarovek. Instalaci potrubí může provádět pouze proškolená firma, která se prokáže osvědčením k instalaci svařované kanalizace z PE-HD od svářečské školy dle ČSN EN nebo certifikátem od výrobce systému.

Šachta TEGRA 1000 PRO-TV (PE-HD)

Specifikace krátká do výkresu nebo výkazu výměr

Šachta z materiálu PE-HD s vnitřní světlou kynetou ve spádu, a s hladkými konci pro svaření s PE potrubím

Podrobná specifikace do technické zprávy

Kanalizační šachta o průměru 1000 mm z PE-HD se skládá z přechodového kónusu, skruží a z šachtového dna. Všechny tři části šachty mají vnější žebrování pro dobré propojení s okolní zeminou. Šachtové skruže jsou z vnitřní strany opatřeny vstupním žebříkem. Šachtové dno má vnitřní světlou kynetu provedenou ve spádu. Napojení šachtového dna na potrubí pomocí elektrotvarovek zajišťují hladké konce dvouvrstvého, uvnitř světlého, PE potrubí. Jednotlivé části šachty se vyrábí vstřikováním pouze světlá kyneta a hladké konce jsou svařeny dílensky. Šachta splňuje požadavky normy ČSN EN 13598-2. Svařování bude provedeno svářečským personálem s platným osvědčením odborné způsobilosti dle ČSN EN. Pravidla svařování neuvedená v národních normách budou v souladu s DVS 2207.

Hydraulické tabulky

Pro PE 100 a PE 100 RC potrubí d32 až d630 (SDR 17 a SDR 11)

Tlakové ztráty v PE potrubí, PE 100, SDR 17

$k = 0,007$

Rozměr trubek		90 × 5,4 (di = 79,2 mm)		100 × 6,6 (di = 96,8 mm)		125 × 7,4 (di = 110,2 mm)		140 × 8,3 (di = 123,4 mm)	
Q [l/s]	Q [m³/h]	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m
0,14	0,5								
0,28	1	0,006	0,001						
0,42	1,5	0,08	0,002	0,06	0,001				
0,56	2	0,11	0,003	0,08	0,001	0,06	0,001		
0,69	2,5	0,14	0,004	0,09	0,002	0,07	0,001		
0,83	3	0,17	0,006	0,11	0,002	0,09	0,001	0,07	0,001
0,97	3,5	0,2	0,007	0,13	0,003	0,1	0,002	0,08	0,001
1,39	5	0,28	0,014	0,19	0,005	0,15	0,003	0,12	0,002
1,67	6	0,34	0,019	0,23	0,007	0,17	0,004	0,14	0,002
2,08	7,5	0,42	0,029	0,28	0,011	0,22	0,006	0,17	0,003
2,78	10	0,56	0,047	0,38	0,018	0,29	0,01	0,23	0,006
3,47	12,5	0,7	0,071	0,47	0,027	0,36	0,015	0,29	0,008
4,17	15	0,85	0,1	0,57	0,037	0,44	0,02	0,35	0,012
4,86	17,5	1	0,13	0,66	0,049	0,51	0,026	0,41	0,015
6,94	25	1,41	0,245	0,94	0,093	0,73	0,05	0,58	0,029
8,33	30	1,69	0,34	1,13	0,129	0,87	0,07	0,7	0,04
9,72	35	1,97	0,45	1,32	0,171	1,02	0,09	0,81	0,053
12,50	45	2,54	0,712	1,7	0,27	1,31	0,144	1,05	0,083
16,67	60	3,38	1,21	2,26	0,45	1,75	0,24	1,39	0,14
20,83	75	4,23	1,82	2,83	0,68	2,18	0,364	1,74	0,21
25,00	90			3,4	0,954	2,62	0,51	2,09	0,293
31,94	115			4,34	1,5	3,35	0,795	2,67	0,46
41,67	150					4,37	1,3	3,48	0,747
48,61	175							4,06	1

Tlakové ztráty v PE potrubí, PE 100, SDR 17

k = 0,007

Rozměr trubek		160 × 9,5 (di = 141 mm)		180 × 10,7 (di = 158,6 mm)		200 × 11,9 (di = 176,2 mm)		225 × 13,4 (di = 198,2 mm)	
Q [l/s]	Q [m³/h]	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m
0,83	3								
1,39	5	0,09	0,001						
2,08	7,5	0,13	0,002	0,11	0,001				
2,78	10	0,18	0,003	0,14	0,002	0,11	0,001		
3,47	12,5	0,22	0,004	0,18	0,003	0,14	0,002		
4,17	15	0,27	0,006	0,21	0,004	0,17	0,002	0,14	0,001
5,56	20	0,36	0,010	0,28	0,006	0,23	0,004	0,18	0,002
6,94	25	0,44	0,015	0,35	0,009	0,28	0,005	0,23	0,003
8,33	30	0,53	0,021	0,42	0,012	0,34	0,007	0,27	0,004
9,72	35	0,62	0,028	0,49	0,016	0,4	0,010	0,32	0,005
12,50	45	0,80	0,044	0,63	0,025	0,51	0,015	0,41	0,009
16,67	60	1,07	0,074	0,84	0,042	0,68	0,025	0,54	0,014
20,83	75	1,33	0,110	1,05	0,062	0,85	0,038	0,68	0,021
25,00	90	1,60	0,154	1,27	0,087	1,03	0,052	0,81	0,030
27,78	100	1,78	0,186	1,41	0,105	1,14	0,063	0,9	0,036
34,72	125	2,22	0,280	1,76	0,158	1,42	0,095	1,13	0,054
41,67	150	2,67	0,390	2,11	0,220	1,71	0,132	1,35	0,075
48,61	175	3,11	0,520	2,46	0,292	1,99	0,175	1,58	0,099
55,56	200	3,56	0,660	2,81	0,373	2,28	0,224	1,80	0,130
62,50	225	4,00	0,820	3,16	0,463	2,56	0,278	2,03	0,160
69,44	250			3,52	0,563	2,85	0,337	2,25	0,190
76,39	275					3,13	0,400	2,48	0,226
83,33	300					3,42	0,470	2,7	0,226
90,28	325							2,93	0,310
97,22	350							3,15	0,350

Hydraulické tabulky

Tlakové ztráty v PE potrubí, PE 100, SDR 17

k = 0,007

Rozměr trubek		250 × 14,8 (di = 220,4 mm)		280 × 16,6 (di = 246,8 mm)		315 × 18,7 (di = 277,6 mm)		355 × 21,1 (di = 312,8 mm)	
Q [l/s]	Q [m³/h]	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m
4,17	15	0,11	0,001						
5,56	20	0,15	0,001	0,12	0,001				
8,33	30	0,22	0,002	0,17	0,001	0,14	0,001		
11,11	40	0,29	0,004	0,23	0,002	0,18	0,001		
13,89	50	0,36	0,006	0,29	0,004	0,23	0,002	0,18	0,001
16,67	60	0,44	0,009	0,35	0,005	0,28	0,003	0,22	0,002
20,83	75	0,55	0,013	0,44	0,007	0,34	0,004	0,27	0,002
25,00	90	0,66	0,018	0,52	0,010	0,41	0,006	0,33	0,003
27,78	100	0,73	0,022	0,58	0,012	0,46	0,007	0,36	0,004
34,72	125	0,91	0,032	0,73	0,020	0,57	0,011	0,45	0,006
41,67	150	1,09	0,045	0,87	0,026	0,69	0,015	0,54	0,008
48,61	175	1,27	0,060	1,02	0,034	0,80	0,019	0,63	0,011
55,56	200	1,46	0,080	1,16	0,044	0,92	0,025	0,72	0,014
62,50	225	1,64	0,090	1,31	0,054	1,03	0,031	0,81	0,017
69,44	250	1,82	0,114	1,45	0,066	1,15	0,037	0,90	0,021
76,39	275	2	0,135	1,60	0,078	1,26	0,044	1	0,025
83,33	300	2,18	0,160	1,74	0,092	1,38	0,052	1,08	0,029
90,28	325	2,37	0,184	1,89	0,106	1,49	0,060	1,17	0,034
97,22	350	2,55	0,210	2,03	0,121	1,61	0,069	1,27	0,039
104,17	375	2,73	0,240	2,18	0,138	1,72	0,078	1,36	0,044
111,11	400	2,91	0,270	2,32	0,155	1,84	0,088	1,45	0,049
118,06	425	3,09	0,300	2,47	0,173	1,95	0,100	1,54	0,055
125,00	450	3,28	0,330	2,61	0,193	2,07	0,110	1,63	0,061
138,89	500	3,64	0,410	2,90	0,234	2,29	0,132	1,81	0,074
166,67	600			3,48	0,328	2,75	0,185	2,17	0,103
194,44	700			4,06	0,440	3,21	0,245	2,53	0,137
222,22	800					3,67	0,314	2,89	0,175
250,00	900							3,25	0,218
277,78	1 000							3,61	0,265

Tlakové ztráty v PE potrubí, PE 100, SDR 17

k = 0,007

Rozměr trubek		400 × 23,7 (di = 352,6 mm)		450 × 26,7 (di = 246,8 mm)		500 × 29,7 (di = 440,6 mm)		560 × 33,2 (di = 493,6 mm)		630 × 37,4 (di = 555,2 mm)	
Q [l/s]	Q [m³/h]	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m
20,8	75	0,21	0,001								
25,0	90	0,26	0,002								
27,8	100	0,28	0,002	0,22	0,001						
41,7	150	0,43	0,005	0,34	0,003	0,27	0,002				
55,6	200	0,57	0,008	0,45	0,004	0,36	0,003	0,29	0,002		
69,4	250	0,71	0,012	0,56	0,007	0,46	0,004	0,36	0,002	0,29	0,001
83,3	300	0,85	0,016	0,67	0,009	0,55	0,006	0,44	0,003	0,34	0,002
90,3	325	0,92	0,019	0,73	0,011	0,59	0,006	0,47	0,004	0,37	0,002
97,2	350	1	0,022	0,79	0,012	0,64	0,007	0,51	0,004	0,4	0,002
104,2	375	1,07	0,024	0,84	0,014	0,68	0,008	0,54	0,005	0,43	0,003
111,1	400	1,14	0,028	0,9	0,016	0,73	0,01	0,58	0,005	0,46	0,003
118,1	425	1,21	0,031	0,96	0,017	0,77	0,01	0,62	0,006	0,49	0,004
125,0	450	1,28	0,034	1,01	0,019	0,82	0,012	0,65	0,007	0,52	0,004
138,9	500	1,42	0,041	1,12	0,023	0,91	0,014	0,73	0,008	0,57	0,005
166,7	600	1,71	0,058	1,35	0,033	1,09	0,02	0,87	0,011	0,69	0,006
194,4	700	2	0,077	1,57	0,043	1,28	0,026	1,02	0,015	0,8	0,009
222,2	800	2,28	0,1	1,8	0,055	1,46	0,033	1,16	0,019	0,92	0,011
250,0	900	2,56	0,122	2,02	0,069	1,64	0,041	1,31	0,024	1,03	0,013
277,8	1 000	2,84	0,15	2,25	0,083	1,82	0,05	1,45	0,029	1,15	0,016
333,3	1 200	3,41	0,21	2,7	0,117	2,19	0,07	1,74	0,04	1,38	0,023
375,0	1 350	3,84	0,26	3,04	0,145	2,46	0,087	1,96	0,05	1,55	0,028
416,7	1 500	4,27	0,313	3,37	0,176	2,73	0,105	2,18	0,06	1,72	0,034
486,1	1 750			3,93	0,235	3,19	0,14	2,54	0,08	2,01	0,045
555,6	2 000			4,5	0,3	3,64	0,18	2,9	0,1	2,29	0,058
694,4	2 500					4,55	0,272	3,63	0,16	2,87	0,09
833,3	3 000							4,35	0,22	3,44	0,123
972,2	3 500									4,02	0,164

Hydraulické tabulky

Tlakové ztráty v PE potrubí, PE 80, PE 100, SDR 11

$k = 0,007$

Rozměr trubek		32 × 3,0 (di = 26 mm)		40 × 3,7 (di = 32,6 mm)		50 × 4,6 (di = 40,8 mm)		63 × 5,8 (di = 51,4 mm)	
Q [l/s]	Q [m³/h]	v [m/s]	$\frac{p \text{ [bar]}}{100 \text{ m}}$	v [m/s]	$\frac{p \text{ [bar]}}{100 \text{ m}}$	v [m/s]	$\frac{p \text{ [bar]}}{100 \text{ m}}$	v [m/s]	$\frac{p \text{ [bar]}}{100 \text{ m}}$
0,03	0,1	0,05	0,003	0,03	0,001	0,02	0,001		
0,06	0,2	0,1	0,007	0,07	0,003	0,04	0,001		
0,08	0,3	0,16	0,02	0,1	0,007	0,06	0,002	0,04	0,001
0,11	0,4	0,21	0,03	0,13	0,012	0,08	0,004	0,05	0,001
0,14	0,5	0,26	0,05	0,17	0,017	0,11	0,006	0,07	0,002
0,28	1	0,52	0,17	0,33	0,57	0,21	0,02	0,13	0,007
0,42	1,5	0,78	0,34	0,5	0,116	0,32	0,04	0,2	0,013
0,56	2	1,05	0,57	0,67	0,192	0,42	0,07	0,27	0,022
0,69	2,5	1,31	0,84	0,83	0,285	0,53	0,1	0,33	0,032
0,83	3	1,57	1,17	1	0,39	0,64	0,13	0,4	0,045
0,97	3,5	1,83	1,54	1,16	0,52	0,74	0,18	0,47	0,06
1,39	5	2,62	2,92	1,66	0,98	1,06	0,33	0,67	0,11
1,67	6	3,14	4,1	2	1,36	1,27	0,46	0,8	0,15
2,08	7,5	3,92	6,1	2,5	2	1,59	0,69	1	0,23
2,78	10			3,33	3,43	2,12	1,15	1,34	0,38
3,47	12,5			4,16	5,2	2,66	1,73	1,67	0,57
4,17	15					3,19	2,41	2,01	0,79
4,86	17,5					3,72	2,3	2,34	1,04
6,94	25					5,31	6,16	3,35	1,99
8,33	30							4,02	2,78
9,72	35							4,69	3,7
12,50	45							6,02	5,88

Tlakové ztráty v PE potrubí, PE 80, PE 100, SDR 11

k = 0,007

Rozměr trubek		75 × 6,9 (di = 61,2 mm)		90 × 8,2 (di = 73,6 mm)		110 × 10 (di = 90 mm)		125 × 11,4 (di = 102,2 mm)	
Q [l/s]	Q [m³/h]	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m
0,14	0,5	0,05	0,001						
0,28	1	0,09	0,003	0,07	0,001				
0,42	1,5	0,14	0,006	0,1	0,002	0,07	0,001		
0,56	2	0,19	0,01	0,13	0,004	0,09	0,002	0,07	0,001
0,69	2,5	0,24	0,014	0,16	0,006	0,11	0,002	0,08	0,001
0,83	3	0,28	0,019	0,2	0,008	0,13	0,003	0,1	0,002
0,97	3,5	0,33	0,025	0,23	0,011	0,15	0,004	0,12	0,002
1,39	5	0,47	0,048	0,33	0,02	0,22	0,008	0,17	0,004
1,67	6	0,57	0,066	0,39	0,027	0,26	0,01	0,2	0,006
2,08	7,5	0,71	0,1	0,49	0,04	0,33	0,015	0,25	0,008
2,78	10	0,94	0,16	0,65	0,067	0,44	0,026	0,34	0,014
3,47	12,5	1,18	0,24	0,82	0,1	0,55	0,04	0,42	0,021
4,17	15	1,42	0,34	0,98	0,14	0,65	0,05	0,51	0,029
4,86	17,5	1,65	0,45	1,14	0,18	0,76	0,07	0,59	0,038
6,94	25	2,36	0,85	1,63	0,35	1,09	0,134	0,84	0,071
8,33	30	2,83	1,19	1,96	0,49	1,31	0,18	1,01	0,1
9,72	35	3,31	1,58	2,29	0,64	1,53	0,24	1,18	0,13
12,50	45	4,25	2,5	2,94	1,02	1,96	0,38	1,52	0,205
16,67	60	5,67	4,25	3,92	1,72	2,62	0,65	2,02	0,346
20,83	75			4,9	2,6	3,27	0,97	2,53	0,52
25,00	90					3,93	1,36	3,04	0,725
31,94	115							3,88	1,14
41,67	150							5,06	1,86

Hydraulické tabulky

Tlakové ztráty v PE potrubí, PE 80, PE 100, SDR 11

k = 0,007

Rozměr trubek		140 × 12,7 (di = 114,6 mm)		160 × 14,6 (di = 130,8 mm)		180 × 16,4 (di = 147,2 mm)		200 × 18,2 (di = 163,6 mm)	
Q [l/s]	Q [m³/h]	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m
0,83	3	0,08	0,001						
1,39	5	0,13	0,002	0,1	0,001				
2,08	7,5	0,2	0,005	0,16	0,003	0,12	0,001		
2,78	10	0,27	0,008	0,21	0,004	0,16	0,002	0,13	0,001
3,47	12,5	0,34	0,012	0,26	0,006	0,2	0,004	0,17	0,002
4,17	15	0,4	0,017	0,31	0,009	0,24	0,005	0,2	0,003
5,56	20	0,54	0,028	0,41	0,015	0,33	0,008	0,26	0,005
6,94	25	0,67	0,04	0,52	0,022	0,41	0,012	0,33	0,008
8,33	30	0,81	0,057	0,62	0,03	0,49	0,017	0,4	0,01
9,72	35	0,94	0,076	0,72	0,04	0,57	0,023	0,46	0,014
12,50	45	1,21	0,12	0,93	0,06	0,73	0,036	0,59	0,021
16,67	60	1,62	0,2	1,24	0,11	0,98	0,06	0,79	0,036
20,83	75	2,02	0,3	1,55	0,16	1,22	0,09	0,99	0,054
25,00	90	2,42	0,42	1,86	0,22	1,47	0,125	1,19	0,075
27,78	100	2,69	0,51	2,07	0,27	1,63	0,15	1,32	0,091
34,72	125	3,37	0,77	2,58	0,4	2,04	0,227	1,65	0,136
41,67	150	4,04	1,07	3,1	0,56	2,45	0,316	1,98	0,19
48,61	175	4,71	1,43	3,62	0,747	2,86	0,42	2,31	0,251
55,56	200			4,13	0,96	3,26	0,54	2,64	0,32
62,50	225			4,65	1,19	3,67	0,67	2,97	0,40
69,44	250					4,08	0,81	3,3	0,485
76,39	275					4,49	0,97	3,63	0,577
83,33	300							3,96	0,677

Tlakové ztráty v PE potrubí, PE 80, PE 100, SDR 11

k = 0,007

Rozměr trubek		225 × 20,5 (di = 114,6 mm)		250 × 22,7 (di = 130,8 mm)		280 × 25,4 (di = 147,2 mm)		315 × 28,6 (di = 163,6 mm)	
Q [l/s]	Q [m³/h]	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m
2,78	10	0,1	0,001						
4,17	15	0,16	0,002	0,13	0,001				
5,56	20	0,21	0,003	0,17	0,002	0,13	0,001		
8,33	30	0,31	0,006	0,25	0,004	0,2	0,002		
11,11	40	0,42	0,01	0,34	0,006	0,27	0,003	0,21	0,002
13,89	50	0,52	0,015	0,42	0,009	0,34	0,005	0,27	0,003
16,67	60	0,63	0,02	0,51	0,012	0,4	0,007	0,32	0,004
20,83	75	0,78	0,03	0,63	0,018	0,5	0,011	0,4	0,006
25,00	90	0,94	0,042	0,76	0,025	0,61	0,015	0,48	0,008
27,78	100	1,04	0,05	0,84	0,031	0,67	0,018	0,53	0,01
34,72	125	1,31	0,077	1,06	0,046	0,84	0,027	0,67	0,015
41,67	150	1,57	0,107	1,27	0,064	1,01	0,037	0,8	0,02
48,61	175	1,83	0,142	1,48	0,085	1,18	0,049	0,93	0,028
55,56	200	2,09	0,18	1,69	0,108	1,35	0,063	1,06	0,035
62,50	225	2,35	0,23	1,90	0,134	1,51	0,078	1,2	0,044
69,44	250	2,61	0,273	2,11	0,163	1,68	0,094	1,33	0,053
76,39	275	2,87	0,325	2,32	0,194	1,85	0,112	1,46	0,063
83,33	300	3,13	0,382	2,53	0,228	2,02	0,131	1,6	0,074
90,28	325	3,4	0,442	2,75	0,265	2,19	0,152	1,73	0,086
97,22	350	3,66	0,507	2,96	0,302	2,36	0,174	1,86	0,098
104,17	375	3,92	0,576	3,17	0,343	2,52	0,197	2	0,112
111,11	400			3,38	0,387	2,69	0,22	2,13	0,126
118,06	425			3,59	0,432	2,86	0,25	2,26	0,14
125,00	450			3,8	0,481	3,03	0,276	2,39	0,156
138,89	500					3,37	0,336	2,66	0,189
166,67	600					4,04	0,47	3,19	0,265
194,44	700							3,73	0,352

Hydraulické tabulky

Tlakové ztráty v PE potrubí, PE 80, PE 100, SDR 11

k = 0,007

Rozměr trubek		355 × 32,2 (di = 290,6 mm)		400 × 36,3 (di = 327,4 mm)		450 × 40,9 (di = 368,2 mm)		500 × 45,4 (di = 409,2 mm)		560 × 50,8 (di = 458,4 mm)		630 × 57,2 (di = 515,6 mm)	
Q [l/s]	Q [m³/h]	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m	v [m/s]	p [bar] 100 m
13,9	50	0,21	0,002										
16,7	60	0,25	0,002										
20,8	75	0,31	0,003	0,25	0,002								
25,0	90	0,38	0,005	0,3	0,003								
27,8	100	0,42	0,006	0,33	0,003	0,26	0,002						
34,7	125	0,52	0,009	0,41	0,005	0,33	0,003						
41,7	150	0,63	0,012	0,49	0,007	0,39	0,004	0,32	0,002				
48,6	175	0,73	0,016	0,58	0,009	0,46	0,005	0,37	0,003				
55,6	200	0,84	0,02	0,66	0,011	0,52	0,006	0,42	0,004	0,34	0,002		
62,5	225	0,94	0,025	0,74	0,014	0,59	0,008	0,48	0,005	0,38	0,003		
69,4	250	1,05	0,03	0,82	0,017	0,65	0,01	0,53	0,006	0,42	0,003	0,33	0,002
76,4	275	1,15	0,035	0,91	0,02	0,72	0,011	0,58	0,007	0,46	0,004	0,37	0,002
83,3	300	1,26	0,042	0,99	0,023	0,78	0,013	0,63	0,008	0,5	0,005	0,4	0,003
90,3	325	1,36	0,048	1,07	0,027	0,85	0,015	0,69	0,009	0,55	0,005	0,43	0,003
97,2	350	1,47	0,055	1,15	0,031	0,91	0,018	0,74	0,011	0,59	0,006	0,47	0,003
104,2	375	1,57	0,062	1,24	0,035	0,98	0,02	0,79	0,012	0,63	0,007	0,5	0,004
111,1	400	1,68	0,07	1,32	0,039	1,04	0,022	0,84	0,013	0,67	0,008	0,53	0,004
118,1	425	1,78	0,078	1,4	0,044	1,11	0,025	0,9	0,015	0,72	0,009	0,57	0,005
125,0	450	1,88	0,087	1,48	0,049	1,17	0,028	0,95	0,017	0,76	0,01	0,6	0,005
138,9	500	2,09	0,106	1,65	0,059	1,3	0,034	1,06	0,02	0,84	0,012	0,67	0,007
166,7	600	2,51	0,148	1,98	0,083	1,57	0,047	1,27	0,028	1,01	0,16	0,8	0,009
194,4	700	2,93	0,196	2,31	0,11	1,83	0,062	1,48	0,037	1,18	0,021	0,93	0,012
222,2	800	3,35	0,251	2,64	0,14	2,09	0,079	1,69	0,048	1,35	0,027	1,06	0,016
250,0	900	3,77	0,312	2,97	0,175	2,35	0,1	1,9	0,059	1,51	0,034	1,2	0,019
277,8	1 000			3,3	0,212	2,61	0,12	2,11	0,072	1,68	0,041	1,33	0,023
333,3	1 200			3,96	0,297	3,13	0,168	2,53	0,1	2,02	0,058	1,6	0,033
416,7	1 500					3,91	0,25	3,17	0,151	2,52	0,087	2	0,049
555,6	2 000					5,22	0,43	4,22	0,258	3,37	0,148	2,66	0,083
694,4	2500							5,28	0,391	4,21	0,224	3,33	0,126
833,3	3 000									5,05	0,315	3,99	0,177
972,2	3 500											4,66	0,236
1111,1	4 000											5,32	0,303

Chemická odolnost PE potrubí

PE potrubní systémy jsou často využívány také díky své velmi dobré odolnosti proti nejrůznějším chemikáliím. Rozsah použití je pro styk s kyselými i zásaditými roztoky v rozsahu pH 2 až pH 12.

Odolnost proti chemickým látkám se u PE potrubí významně mění s teplotou, nicméně je možné říci, že do 60 °C je PE odolný vůči neoxidujícím kyselinám, alkalickým roztokům, vodním roztokům solí a řadě rozpouštědel. Zvýšenou pozornost je třeba dát u halogenů uhlovodíků a látek na bázi olejů.

Negativním působením kapalných chemických látek na PE potrubí dochází k jeho bobtnání, tedy k příjmu kapaliny nebo k extrakci podílu, tedy k rozpouštění formou chemické reakce. Chování plastových potrubí vůči chemikáliím se zkouší vzájemným srovnáním za jasně definovaných podmínek. Základní zkoušky popisuje ČSN ISO 175.

Působení chemických látek na PE potrubí vytváří další formu namáhání, která v kombinaci s mechanickým namáháním, s namáháním od provozního tlaku a se zatížením teplotou ovlivňuje očekávanou životnost potrubního systému.

Asi nejpřehlednější výčet chemických látek a jejich vliv na PE potrubí je popsán v německé normě DIN 8075, dle které je sestavena i následující tabulka chemických odolností PE potrubí v závislosti na teplotě.

Zkratky	Význam
+	stálý
o	podmíněně stálý
–	nestálý
GL	vodný roztok nasycený při 20 °C
TR	technicky čistý
V	rozředěný
H	běžná obchodní koncentrace
VL	vodný roztok pod 10 %
L	vodný roztok nad 10 %

Koncentrace je v tabulce buďto v uvedených kategoriích nebo jako množstevní podíl v %. Pokud se skutečná zjišťovaná chemická látka nebo teplota mírně liší od té v tabulce, nedojde ke snížení uvedené odolnosti.

V případě, že je odolnost označena jako podmíněně stálá, je nutné pro použití PE potrubí provést další přezkoušení vlivu této chemické látky na PE potrubí.

Agresivní prostředí	Koncentrace	Teplota [°C]		
		20 °C	40 °C	60 °C
1,2,4 - butantriol	TR	+	+	+
1,2,6 - hexantriol	TR	+	+	+
1-pentanol (n-amyalkohol)	TR	+	+	o
1-propanol (propylalkohol)	TR	+	+	+
2-chlorethanol (ethylenchlorhydrin)	TR	+	+	+
2-methyl-2-butanol	TR	+	+	o
2-nitrotoluen	TR	+	o	–
acetaldehyd	TR	+	o	o
acetanhydrid	TR	+		o
acetofenon	TR	+		–
aceton	TR	+	+	o
akrylonitril	TR	+	+	+
aldehyd kyseliny krotónové	TR	+		o
allylalkohol	96 %	–	+	+
amoniak, kapalný	TR	+	+	+
amoniak, plynný	TR	+	+	+
amoniak, vodný	GL	+	+	+
amylacetát	TR	+	+	o
amylalkohol	TR	+	+	o
anilin	GL			
anilin	TR	+	+	o
aniliniumchlorid	GL	+	+	+
anisol	TR	o	–	–
antimon(III)-chlorid	90 %	+	+	+
arašídový olej	TR	+		
barnaté soli	GL	+	+	+
benzaldehyd	0,1 %			
benzaldehyd	TR	+	+	o
benzen	TR	o	o	o
benzin (čisticí)	H	+	+	o
benzin–Benzol–směs	80/20			
benzin–Super (motorový benzin)	H	+	+	o
benzoan sodný	GL	+	+	+
benzol	TR	o	o	o
benzoylchlorid	TR	o	o	o
benzylalkohol	TR	+	+	o
borax	V			
borax	GL	+	+	+
boritan draselný	GL			
boritan sodný	GL			
brom	GL	+		
brom, kapalný	TR	–	–	–
brom, plynný, suchý	TR	–	–	–
bromičnan draselný	GL	+	+	+

Chemická odolnost PE potrubí

Agresivní prostředí	Koncentrace	Teplota [°C]		
		20 °C	40 °C	60 °C
bromičnan draselný	10%			
bromid draselný	GL	+	+	+
bromid sodný	GL	+	+	+
brommetan (methylbromid)	TR	–	–	–
bromová voda	GL	+		
bromové páry	–			
butadien	TR	o		–
butan, plyný	TR	+	+	+
butanol	TR	+	+	+
butylacetát	TR	o		–
butylftalát	TR	+		o
butylglykol (butandiol)	TR	+	+	
butylphenol	GL			
butylphenol	TR			
cukr	GL	+	+	+
cyankali	L	+	+	+
cyklohexan	TR			
cyklohexanol	TR	+	+	+
cyklohexanon	TR	+	o	o
čpavková voda	33%	+	+	+
dekahydronaftalen (dekalin)	TR	+		o
dextrin	V	+	+	+
dibutylftalát	TR	+	o	o
diethanolamin	TR	+		
diethyléter	TR	o	o	
difosfát sodný	GL	+	+	+
dichlorethylen	TR			
dichlormetan	TR	o		–
diisooktylftalát	TR	+	+	o
diisopropyléter	TR	+	o	–
dimethylamin	30%			
dimethylamin	TR			
dimethylamin, plyný	100%	+	+	o
dimethylformamid	TR	+	+	o
dinatriumhydrofosfát	GL			
di-n-butyléter	TR	o	–	–
dioktylftalát	TR	+		o
dioxan	TR	+	+	+
dusičnan amonný	GL	+	+	+
dusičnan draselný (potaš)	GL	+	+	+
dusičnan hořečnatý	GL	+	+	+
dusičnan měďnatý	30%			
dusičnan měďnatý	GL	+	+	+
dusičnan rtuťný	V	+	+	+

Agresivní prostředí	Koncentrace	Teplota [°C]		
		20 °C	40 °C	60 °C
dusičnan stříbrný	GL	+	+	+
dusičnan vápenatý	50%			
dusičnan vapanatý	GL			
dusičnan železitý	L	+	+	+
dusitan sodný	GL	+	+	+
dvojchroman draselný	40%			
dvojchroman draselný	GL	+	+	+
dvojchroman sodný	GL	+	+	+
emulze silikonu	H	+	+	+
etandiol	TR	+	+	+
éter, viz diethyléter		o		
ethylalkohol	40%	+	+	o
ethylalkohol	TR	+	+	+
ethylamin	TR			
ethylenglykol, viz etandiol	TR	+	+	+
ethylenchlorid, mono a di	TR			
ethylacetát	TR	+	o	–
fenol	V	+	+	+
fenol, ředěný vodou	90%			
fenylhydrazin	TR			
fenylhydrazinchlorhydrát	TR			
fluor	TR	–	–	–
fluorid amonný	L	+	+	+
fluorid amonný	20%			
fluorid amonný	GL			
fluorid draselný	GL	+	+	+
fluorid hlinitý	GL	+	+	+
fluorid měďný	2%			
fluorid sodný	GL	+	+	+
formaldehyd (formalín)	40%	+	+	+
fosfáty, anorganické	GL	+	+	+
fosfin	TR			
fosforečnan amonný	GL	+	+	+
fosforečnan sodný	GL	+	+	+
furylalkohol	TR	+	+	o
glukóza	20%			
glukóza	GL	+	+	+
glycerin	TR	+	+	+
heptan	TR	+	o	–
hexadekanol	TR			
hexakvanoželezitan draselný (II + III)	GL	+		+
hexakvanoželezitan sodný (II+III)	GL	+	+	+
hexan	TR	+	o	o
hroznový cukr	L	+	+	+

Agresivní prostředí	Koncentrace	Teplota [°C]		
		20 °C	40 °C	60 °C
hydrát vápenatý	GL	+	+	+
hydrazinhydrát	TR	+	+	+
hydrochinon	GL	+	o	–
hydrosiřičitan sodný	GL	+	+	+
hydroxid amonný	GL			
hydroxid draselný	do 50 %	+	+	+
hydroxid draselný	60%	+	+	+
hydroxid hořečnatý	GL	+	+	+
hydroxid sodný, viz louh sodný		+	+	+
hydroxid sodný, vodný roztok	40%	+	+	+
hydroxid vápenatý	GL	+	+	+
hydroxid vápenatý	GL	+	+	+
chlor tekutý	TR	–	–	–
chlor, kapalný	TR	–	–	–
chlor, plynný, suchý	TR	o	–	–
chlor, plynný, vlhký	0,50%	o		–
chlor, plynný, vlhký	1%	–	–	–
chlor, vodný roztok	GL	o	–	–
chloralhydrát	TR	+	+	+
chloramin	L	+		
chlorečnan draselný	GL	+	+	+
chlorečnan sodný	GL	+	+	+
chlorečnan vápenatý	GL	+	+	+
chloretan (ethylchlorid)	TR	o		
chlorid amonný	GL	+	+	+
chlorid barnatý	GL	+	+	+
chlorid draselný	GL	+	+	+
chlorid fosforitý	TR	+	+	o
chlorid hlinitý	GL	+	+	+
chlorid hořečnatý	GL	+	+	+
chlorid měďnatý	GL	+	+	+
chlorid rtuťný	GL	+	+	+
chlorid sodný	GL	+	+	+
chlorid uhličitý	TR	o	–	–
chlorid vápenatý	GL	+	+	+
chlorid zinečnatý	GL	+	+	+
chlorid zinečnatý II + IV	GS	+	+	+
chlorid železitý	GL	+	+	+
chlorid železnatý	GL	+	+	+
chloristan draselný	1%			
chloristan draselný	10%			
chloristan draselný	GL	+	+	+
chloritan sodný	20%			
chlormetan	TR	o	–	–

Agresivní prostředí	Koncentrace	Teplota [°C]		
		20 °C	40 °C	60 °C
chlornan draselný	V	+		o
chlornan sodný	13%	+	+	+
chlorobenzén	TR	o		–
chloroform	TR	o	o	
chlorová voda	GL			
chlorové vápno, emulze		+	+	+
chlorovodíkový plyn, suchý	TR			
chlorovodíkový plyn, vlhký	TR	+	+	+
chromsírová směs	15/35/50 %	–	–	
i-propanol		+	+	+
izobutanol	TR	+	+	+
izooktan	TR	+	o	o
izopropanol	TR	+	+	+
izopropil éter	TR			
izopropylalkohol (2-propanol)	TR	+	+	+
jablečná šťáva	H	+	+	+
jodid draselný	GL	+	+	+
jódová tinktura	H	+		o
kaťový olej	TR	–	–	–
kamence	GL	+	+	+
kamenec chromitý	GL	+	+	+
karbolineum	H	+		
kokosový olej	TR			
koňak	H			
kresol	do 90 %	+	+	+
kresol	> 90 %	+	+	o
křemičitan sodný (vodní sklo)	V	+	+	+
kuchyňská sůl, viz. chlorid sodný	GL	+	+	+
kvasnice	V	+	+	+
kvasnice	GL			
kyanid draselný	>10 %	+	+	+
kyanid draselný	40%	+	+	+
kyanid draselný	GL			
kyanid sodný	GL	+	+	+
kyanid stříbrný	GL	+	+	+
kyselina adipová	GL	+	+	+
kyselina antrachinonsulfonová, emulze	GL			
kyselina arzeničná	GL	+	+	+
kyselina benzeová	GL	+	+	+
kyselina boritá	GL	+	+	+
kyselina bromičná	10%			
kyselina bromovodíková	10%			
kyselina bromovodíková	50%	+	+	+
kyselina bromovodíková	TR	+	+	+

Chemická odolnost PE potrubí

Agresivní prostředí	Koncentrace	Teplota [°C]		
		20 °C	40 °C	60 °C
kyselina citronová	V			
kyselina citronová	GL	+	+	+
kyselina cukrová	GL			
kyselina diglykolová	30%			
kyselina diglykolová	GL	+	+	+
kyselina dichloroctová	TR	o	o	o
kyselina dusičná	10%			
kyselina dusičná	25%	+	+	+
kyselina dusičná	do 40 %	o	o	–
kyselina dusičná	10 - 50 %	o	o	–
kyselina dusičná	nad 50 %			
kyselina dusičná	75%	–	–	–
kyselina dusičná	98%			
kyselina fluorokřemičitá	40%	+	+	+
kyselina fluorovodíková	4%	+	+	+
kyselina fluorovodíková	40%			
kyselina fluorovodíková	60%	+	+	o
kyselina fluorovodíková	70%	+	+	o
kyselina fosforečná	50 %	+	+	+
kyselina fosforečná	do 85 %	+	+	o
kyselina fosforečná	95 %	+	+	o
kyselina ftalová	GL	+	+	+
kyselina glykolová	30 %			
kyselina glykolová	GL	+	+	+
kyselina chloristá	10 %			
kyselina chloristá	20 %	+	+	+
kyselina chloristá	70 %			
kyselina chloroctová	L	+	+	+
kyselina chloroctová	TR			
kyselina chloroctová, vodná	85 %	+	+	+
kyselina chlorosírová	V			
kyselina chlorosírová	TR	–	–	–
kyselina chromová	1 - 50 %	+	o	o
kyselina jablečná	GL			
kyselina kresolová	GL			
kyselina křemičitá, vod. roztok		+	+	+
kyselina kyanovodíková	10 %	+	+	+
kyselina maleinová	GL	+	+	+
kyselina máselná	20 %			
kyselina máselná	TR	+	+	o
kyselina mléčná	10 %			
kyselina mléčná	TR	+	+	+
kyselina mravenčí	1 - 50 %	+	+	+
kyselina mravenčí	TR	+	+	+

Agresivní prostředí	Koncentrace	Teplota [°C]		
		20 °C	40 °C	60 °C
kyselina nikotinová	V	+	+	
kyselina octová	60 %			
kyselina octová	25 %			
kyselina octová	60 - 95 %			
kyselina octová	min. 96 %	+	+	o
kyselina octová, vod. roztok	10 %	+	+	+
kyselina olejová	TR	+	+	+
kyselina pikrová	GL	+	+	
kyselina propionová	50 %	+	+	+
kyselina propionová	TR	+	o	o
kyselina salicylová	GL	+	+	+
kyselina silikonová	V	+	+	+
kyselina sírová	do 10 %			
kyselina sírová	10 - 80 %	+	+	+
kyselina sírová	96 %	o		–
kyselina sírová	98 %	o	o	
kyselina siřičitá	GL			
kyselina siřičitá	30 %	+	+	+
kyselina solná	20 %			
kyselina solná	do 35 %	+	+	+
kyselina solná, zředěná vodou	37 %	+	+	+
kyselina šťavelová	GL	+	+	+
kyselina trichloroctová	50 %	+	+	+
kyselina tříslová (tříslovina)	V	+	+	+
kyselina uhličitá	GL			
kyselina vinná	V	+	+	+
kyselina vinná	GL			
kyselý uhličitý sodný	GL	+	+	+
kyslík uhličitý	100 %	+	+	+
kyslík uhličitý, plynný, vlhký/suchý	TR	+	+	+
kyslík	TR	+	+	+
lanolin (tuk z ovčí vlny)	H	+	o	o
ledová kyselina octová	TR	+		o
lněný olej	TR	+	+	+
louh sodný	do 60 %	+	+	+
lučavka královská (HCl / HNO ₃)	TR	–	–	–
manganistan draselný	GL			
manganistan draselný	20 %	+	+	+
mastné kyseliny	TR	+	+	o
melasa	H	+	+	+
mentol	TR	+	+	o
metanol (methylalkohol)	TR	+	+	+
methylmetacrylát	TR			
methylacetát	TR	+	+	

Agresivní prostředí	Koncentrace	Teplota [°C]		
		20 °C	40 °C	60 °C
methyamin	do 32 %	+		
methylobromid	TR	o		–
methylenová modř, viz. dichlormetan	TR	o	o	–
methylethylketon	TR	+	+	o
methylochlord (chlormetan), plynný	TR	o	–	–
minerální oleje	H	+	+	o
minerální voda	H	+	+	+
mléko	H	+	+	+
moč	H	+	+	+
močovina	33%			
močovina	L	+	+	+
močovina	GL			
mořská voda	H	+	+	+
mořská voda		+	+	+
mýdlo	V			
nafta	H	+	o	o
naftalin	TR			
nemrzoucí směs	H	+	+	+
nikelnaté soli	GL	+	+	+
nitrát železitý	V	+	+	+
nitrobenzen	TR	+	o	o
ocet (vinný ocet)	H	+	+	+
octan amonný	GL			
octan ethylnatý	TR	+		–
octan olovnatý	GL	+	+	+
octan sodný	GL	+	+	+
octan stříbrný	GL	+	+	+
olej vazelinový	TR	+	o	o
olej z kukuřičných klíčků	TR			
olej ze semen baviny	TR			
oleje a tuky (rostlinné/zvířecí)	–	+	o	o
oleje strojní	TR	+	o	
oleum	H	–	–	–
oleum (H ₂ SO ₄) + SO ₃	TR	–	–	–
olivový olej	TR	+	+	o
ortofosforát sodný	GL	+	+	+
ortofosforečnan draselný	GL	+	+	+
ovocné šťávy	H	+	+	+
ovocný cukr	H	+	+	+
oxid siřový	TR	–	–	–
oxid siřičitý, kapalný	TR			
oxid siřičitý, suchý, vlhký	TR	+	+	+
oxid uhelnatý	TR	+	+	+
oxid zinečnatý	GL	+	+	+

Agresivní prostředí	Koncentrace	Teplota [°C]		
		20 °C	40 °C	60 °C
oxidochlorid forforečný	TR	+	+	o
ozón	TR	o	–	–
parafinové emulze	H	+	+	o
parafinový olej	TR	+	o	o
peprnomátová sílice	TR	+		
perhydrol, viz. peroxid vodíku 30 %		+	+	+
peroléter	TR	+	o	o
peroxid vodíku	30%	+	+	+
peroxid vodíku	90%	+	o	–
peroxoboritan sodný	GL	+		o
persíran draselný	GL	+	+	+
petrolej	TR	+	o	o
pitná voda, chlоровaná	TR	+	+	+
pívo	H	+	+	+
potaš, viz. uhličitan draselný		+	+	+
propan, plynný	TR	+	+	
propylenglykoly (propandiol)	TR	+	+	+
pyridin	TR	+	o	o
ricinový olej	TR	+	+	+
ropa	H	+	–	–
rtuť	TR	+	+	+
silikonový olej	TR	+	+	+
síran amonný	GL	+	+	+
síran barnatý	GL	+	+	+
síran draselný	GL	+	+	+
síran hlinitý	GL	+	+	+
síran hořečnatý	GL			
síran měďnatý	GL	+	+	+
síran sodný, u. bi	GL	+	+	+
síran vápenatý	GL	+	+	+
síran zinečnatý	GL	+	+	+
síran železitý	GL	+	+	+
síran železnatý	GL	+	+	+
síranatan sodný	GL	+	+	+
sírník amonný	L	+	+	+
sírník draselný	V	+	+	+
sírník vápenatý	GL	o	o	o
sírovodík	TR	o	–	–
sírovodík	100%	+	+	+
sírovodík	GL			
sírovodík plynný	TR	+	+	+
směsi plynů nitrózové (s oxidy dusíku)	stopy	+	+	+
směsi plynů s obsahem fluorovodíku	stopy	+	+	+
směsi plynů s obsahem chlorovodíku	každá	+	+	+

Chemická odolnost PE potrubí

Agresivní prostředí	Koncentrace	Teplota [°C]		
		20 °C	40 °C	60 °C
směsi plynů s obsahem olea	stopy	–	–	–
směsi plynů s obs. oxidu siřičitého (suchý)	každá	+	+	+
směsi plynů s obs. oxidu uhelnatého	každá	+	+	+
směsi plynů s obsahem oxidu uhličitého	každá	+	+	+
soda		+	+	+
sójový olej	TR	+	o	o
sulfát železitý	GL	+	+	+
sulfát železnatý	GL	+	+	+
sulfid sodný	GL	+	+	+
sulfit sodný	40%			
svítiplyn	H	+		
škrob	V	+	+	+
tannin	L	+	+	+
terpentinový olej	TR	o	o	o
tetraethylolovo	TR	+		
tetrahydrofuran	TR	o	o	–
tetrahydronaftalen (tetalin)	TR	o	o	–
tetrachlorethan	TR	o	o	–
tetrachlorethylen	TR	o	o	
tetrachlormetan	TR	o	–	
tiofenol	TR	o	o	–
tionylchlorid	TR	–	–	–
toluen	TR	o	–	–
topné oleje	H	+	o	o
transformátorový olej	TR	+	o	o
trietanolamin	V	+		o
trichlorethylen	TR	–	–	–
trikresylfosfát	TR	+	+	+
trimethylpropan	do 10 %			
uhličitan amonný, u. bi	GL			
uhličitan barnatý	GL	+	+	+
uhličitan draselný	GL	+	+	+
uhličitan hořečnatý	GL	+	+	+
uhličitan sodný	GL	+	+	+
uhličitan vápenatý	GL	+	+	+
uhličitan zinečnatý	GL	+	+	+
vinný ocet	H	+	+	+
víno a lihoviny	H	+	+	+
vinylacetát	TR	+	+	o
vodík	TR	+	+	+
vřetenový olej	TR	+	o	o
vývojka	H	+	+	+
vzduch	–	+	+	+
whisky	H			

Agresivní prostředí	Koncentrace	Teplota [°C]		
		20 °C	40 °C	60 °C
xylén	TR	o	–	–
zemní plyn	TR	+		
želatina	V	+	+	+

Převody vybraných jednotek

Hmotnost

	g	kg	t
1 g	1	10^{-3}	10^{-6}
1 kg	10^3	1	10^{-3}
1 t	10^6	10^3	1

Zatížení

	N	kN	MN
1 N	1	10^{-3}	10^{-6}
1 kN	10^3	1	10^{-3}
1 MN	10^6	10^3	1

Zatížení na plochu

	N/mm ²	N/cm ²	kN/mm ²	kN/cm ²	kN/m ²	MN/cm ²	MN/m ²
1 N/mm ²	1	10^2	10^{-3}	10^{-1}	10^3	10^{-4}	1
1 N/cm ²	10^{-2}	1	10^{-5}	10^{-3}	10	10^{-6}	10^{-2}
1 kN/mm ²	10^3	10^5	1	10^2	10^6	10^{-1}	10^3
1 kN/cm ²	10	10^3	10^{-2}	1	10^4	10^{-3}	10
1 kN/m ²	10^{-3}	10^{-1}	10^{-6}	10^{-4}	1	10^{-7}	10^{-3}
1 MN/cm ²	10^4	10^6	10	10^3	10^7	1	10^{-4}
1 MN/m ²	1	10^2	10^{-3}	10^{-1}	10^3	10^{-4}	1

Tlaky

	[Pa] N/m ²	[Ma] N/mm ²	– bar	Vodní sloupec m	– kN/m ²
1 N/m ²	1	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}
1 N/mm ²	10^6	1	10	10^2	10^3
1 bar	10^5	10^{-1}	1	10	10^2
1 m vodního sloupce	10^4	10^{-2}	10^{-1}	1	10
1 kN/m ²	10^3	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1

Zkratky a veličiny

Zkratky

PE	Polyethylen
PE-HD	Vysokohustotní polyethylen
PE-MD	Středohustotní polyethylen
PE-LD	Nízkohustotní polyethylen
PE-X	Síťovaný polyethylen
PE-RC	Polyethylen odolný proti trhlinám
PP	Polypropylen
S,	Série potrubí podle ISO
ČSN	Česká norma
EN	Evropská norma
ISO	Mezinárodní norma
DIN	Německá norma
PAS	Technický předpis
DVGW	Německý institut pro vodu a plyn
DVS	Německý institut pro svařování

Veličiny

MRS	pevnost materiálu
PN, p	jmenovitý tlak
SDR	rozměrový poměr
SN	kruhová tuhost
DN	jmenovitý průměr
d, DN/OD	jmenovitý průměr vztažený k vnějšímu průměru
d _i , DN/ID	jmenovitý průměr vztažený k vnitřnímu průměru
G, R, Rp	závit
e, s	tloušťka stěny
MFR	index toku taveniny
MFI	skupina indexu toku taveniny
N	newton
kN	kilonewton
g	gram
kg	kilogram
mm	milimetr
m	metr
Pa	pascal
MPa	megapascal
bar	jednotka tlaku
Q	průtok
v	rychlost

Normy a předpisy

Vybrané normy ČSN a EN k PE potrubí

ČSN EN 12201 – Plastové potrubní systémy pro rozvod vody a pro tlakové kanalizační přípojky a stokové sítě (2011)

ČSN EN 1555 – Plastové potrubní systémy pro zásobování plynem – polyethylen (PE)

ČSN EN 12666 – Plastové potrubní systémy pro beztlakové kanalizační přípojky a stokové sítě uložené v zemi (2011)

ČSN EN 755401 – Navrhování vodovodního potrubí (1997)

ČSN 731001 – Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy (1988)

ČSN 755911 – Tlakové zkoušky vodovodního a závlahového potrubí (1995)

ČSN 736133 – Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací (2010)

ČSN EN 1778 – Charakteristické hodnoty pro svařované konstrukce z termoplastů (2002)

ČSN EN 16296 – Vady svarových spojů z termoplastů – Určování stupňů kvality

ČSN EN 13689 – Návod na klasifikaci a navrhování plastových potrubních systémů používaných pro renovaci (2007)

ČSN EN 13566 – Plastové potrubní syst. pro renovace beztlakových kanalizačních přípojek a stokových sítí uložených v zemi (2007)

ČSN EN ISO 11295 – Směrnice pro klasifikaci a konstrukci plastových potrubních systémů používaných pro renovaci (2010)

ČSN EN ISO 11296 – Plastové potrubní systémy pro sanace podzemních netlakových odvodňovacích a kanalizačních sítí (2009)

ČSN EN ISO 11298 – Plastové potrubní systémy pro renovace rozvodů vody uložených v zemi (2010)

ČSN EN ISO 14408 – Plastové potrubní systémy pro renovace rozvodů plynu uložených v zemi (2005)

ČSN EN ISO 14409 – Plastové potrubní systémy pro renovace rozvodů vody uložených v zemi (2005)

Vybrané zahraniční normy a technické předpisy

DIN 8074 – Potrubí z vysokohustotního polyethylenu PE-HD, rozměry

DIN 8075 – Potrubí z vysokohustotního polyethylenu PE-HD, všeobecné požadavky

PAS 1075 – Potrubí z polyethylenu pro alternativní techniky pokládání (2009)

ATV-DVWK-A 127 – Statické výpočty pro kanalizační a jiná potrubí (2000)

DVS 2202 – Svařování termoplastů – chyby při svařování

DVS 2207 – Svařování termoplastů – svařování potrubí, tvarovek z PE-HD

DVS 2210 – Průmyslová potrubní vedení z termoplastů

DVGW GW 320 – Sanace plynových a vodovodních potrubí pomocí PE

DVGW GW 321 – Řízené horizontální vrtání pro plynová a vodovodní potrubí

DVGW GW 323 – Bezvýkopová sanace plynových a vodovodních potrubí Berstliningem

Vybrané české oborové předpisy

TPG 702 01 – Plynovody a přípojky z polyethylenu

TPG 702 02 – Bezvýkopové rekonstrukce a výstavba plynovodů a přípojek z PE

TPG 702 03 – Opravy plynovodů z PE

TPG 921 01 – Svařování plynovodů a přípojek z PE

TNV 75 5405 – Sanace vodovodních sítí (2005)

TNV 75 0211 – Navrhování vodovodního a kanalizačního potrubí uloženého v zemi – Statický výpočet

TNV 75 5408 – Bloky vodovodních potrubí (2012)

TNV 75 6120 – Renovace a oprava stokových sítí a kanalizačních přípojek (2010)